

APOYO TÉCNICO EN MONITOREO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL
TRÁNSITO Y TRANSPORTE, BOGOTÁ D.C.

GERMÁN AUGUSTO COY LÓPEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA

2018

APOYO TÉCNICO EN MONITOREO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL
TRÁNSITO Y TRANSPORTE, BOGOTÁ D.C.

GERMÁN AUGUSTO COY LÓPEZ
CÓD: 200810328

Pasantía para optar por el título de INGENIERO DE TRANSPORTE Y VÍAS

Director del Proyecto:
Ing. Esp. DIEGO ANDRÉS SUÁREZ GÓMEZ

Codirector del Proyecto:
Ing Esp. YOLANDA BAUTISTA ÁVILA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2018

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Tunja, marzo de 2018

Dedico este libro a Dios y a la Virgen, que me han ayudado a entender que la vida hay que vivirla de manera correcta, que para todo hay un proceso al cual debemos adaptarnos; a mis padres Rigoberto Coy Roberto y María Susana López Munévar, de que sin importar siempre dieron todo de ellos para que mi proceso de formación culminara de manera satisfactoria; a mi queridos hermanos Julián, Camilo y Daniel, ejemplos claros a seguir, que siempre han estado en los momentos más importantes de mi vida, buenos o malos pero con la satisfacción de que de la mano de ellos ha sido posible salir de las diferentes situaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Diego Andrés Suárez Gómez y a la Ingeniera Yolanda Bautista Ávila, por ser pacientes y guiarme en este proceso para lograr ser un Ingeniero de Transporte y Vías; a los docentes de la Facultad de Ingeniería; a mis amigos y compañeros que con sus conocimientos y compañía han colaborado con este proceso formativo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	16
1.1 PROBLEMA DE ESTUDIO.	16
2. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO EN INTERSECCIONES.	18
2.2 FRECUENCIA Y OCUPACIÓN VISUAL TPC Y TPI.	19
2.2.1 Toma de información transporte público colectivo	20
2.2.2 Toma de información transporte público individual	22
2.3 TIEMPOS DE RECORRIDO POR EL MÉTODO DEL VEHÍCULO FLOTANTE	22
2.3.1 Velocidad	23
2.3.2 Velocidad Punto	24
2.3.3 Velocidad a flujo libre	25
2.3.4 Velocidad de recorrido	25
2.3.5 Velocidad de marcha	26
2.3.6 Velocidad de proyecto	26
2.4 VOLÚMENES ARRIBOS A LA INTERSECCIÓN	27
2.5 PORCENTAJES DIRECCIONALES Y COMPOSICIÓN VEHICULAR	29
2.6 GIROS EXCLUSIVOS CON COLA	30
2.7 VOLÚMENES DIRECCIONALES VEHICULARES	31
2.8 AFORO DE PEATONES.	31
2.9 AFORO DE BICICLETAS	32
3. METODOLOGÍA	34
3.1 COMPONENTE MONITOREO BÁSICO	34
3.1.1 Volúmenes vehiculares de Tránsito	35
3.1.2 Frecuencias y ocupación visual del transporte público colectivo (TPC) e individual (TPI)	39
3.1.3 Tiempos de recorrido con GPS	40
3.2 COMPONENTE PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO	42
3.3 COMPONENTE PRIORIZACIÓN DE INTERSECCIONES A SEMAFORIZAR	44

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
4.1 COMPONENTE MONITOREO BÁSICO	46
4.1.1 Volúmenes en estaciones maestras básicas.	46
4.1.2 Frecuencia y ocupación visual del transporte público colectivo e individual en estaciones maestras básicas	50
4.1.3 Velocidades y tiempos de recorrido TP-TPC-TPI	57
4.2 COMPONENTE PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO	63
4.2.1 Volúmenes en intersecciones semaforizadas.	63
4.3 COMPONENTE PRIORIZACIÓN	65
4.3.1 Resultados volúmenes en intersecciones no semaforizadas	66
4.4. COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO DÍA SIN CARRO Y SIN MOTO	67
4.4.1 Resultados volúmenes vehiculares	68
4.4.2 Resultados ocupación visual en tpi	70
4.4.3 Volúmenes peatonales	71
4.4.4 Volúmenes de bicicletas	73
5. PROPUESTA ANÁLISIS DE VELOCIDADES Y TIEMPOS DE RECORRIDO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE GOOGLE MAPS	75
5.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS	78
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
7. EXPERIENCIAS.	89
8. BIBLIOGRAFÍA.	90
ANEXOS	91

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Localización Bogotá D.C	17
Gráfico 2. Codificación de movimientos vehiculares	19
Gráfico 3. Nivel de ocupación para transporte público colectivo	21
Gráfico 4. Ubicación de aforadores para el estudio de arribos	27
Gráfico 5. Esquema de presencia de entradas y salidas.	28
Gráfico 6. Codificación de movimientos vehiculares	28
Gráfico 7. Ubicación de aforadores estudio de porcentajes direccionales y comp. vehicular	29
Gráfico 8. Ubicación de aforadores para el estudio	30
Gráfico 9. Codificación básica de movimientos peatonales	32
Gráfico 10. Codificación básica de movimientos de bicicletas	33
Gráfico 11. Tipos de calzadas en la vía	35
Gráfico 12. Zonificación y Ubicación Estaciones Maestras	37
Gráfico 13. Definición tiempos de recorrido	40
Gráfico 14. Comparativo de Volúmenes Vehiculares entre Estaciones Maestras	48
Gráfico 15. Comparativo de volúmenes por tipo de vehículo	49
Gráfico 16. Comparativo de Ocupación Visual en TPC entre Estaciones Maestras	53
Gráfico 17. Comparativo de Ocupación Visual en TPI entre Estaciones Maestras	54
Gráfico 18. Comparativo Histórico de Oferta y Demanda de TPC	55
Gráfico 19. Comparativo Histórico de Oferta y Demanda de TPI	56
Gráfico 20. Comparativo de oferta y demanda en TPI	57
Gráfico 21. Comportamiento mensual de velocidad en vehículos particulares - días típicos	58
Gráfico 22. Comportamiento mensual de Vel. en vehículos de TPC – Vel. para días típicos	60
Gráfico 23. Comportamiento mensual de vel. en vehículos de TPI – día típico	62
Gráfico 24. Volúmenes vehiculares por estación	69
Gráfico 25. Comparativo Oferta - Demanda TPI para las diferentes estaciones	70
Gráfico 26. Indicador de Oferta y Demanda de TPI a nivel ciudad	71
Gráfico 27. Volúmenes totales peatonales por estación	72
Gráfico 28. Indicador del Volumen de Peatones a nivel ciudad	73
Gráfico 29. Corredor de las Américas	75
Gráfico 30. Corredor Vial de las Américas y puntos de control	76
Gráfico 31. Corredor Avenida las Américas	78
Gráfico 32. Tiempos de Recorrido Transporte Particular Google Maps y TPD Ingeniería	81
Gráfico 33. Velocidades de vehículos de TP. TPD Ingeniería – Google Maps.	83
Gráfico 34. Tiempos de Recorrido TPC Google Maps - TPD Ingeniería.	85
Gráfico 35. Velocidades de vehículos de TPC, TPD Ingeniería – Google Maps.	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estaciones maestras	36
Tabla 2. Clasificación vehicular	38
Tabla 3. Nivel de ocupación TPC	39
Tabla 4. Listado de corredores toma de información	41
Tabla 5. Listado de intersecciones toma de información	43
Tabla 6. Listado de intersecciones toma de información	44
Tabla 7. Volúmenes vehiculares de Tránsito en Estaciones Maestras	47
<i>Tabla 8. Frecuencia y ocupación visual del TPC en Estaciones Maestras</i>	51
Tabla 9. Frecuencia y ocupación visual del TPI en Estaciones Maestras	52
Tabla 10. Resumen promedio de velocidades para transporte particular – día típico	59
Tabla 11. Resumen promedio de velocidades para Transporte público colectivo – día típico	61
Tabla 12. Resumen promedio de velocidades para transporte público individual – día típico	63
Tabla 13. Volúmenes Intersecciones Semaforizadas	64
Tabla 14. Volúmenes Intersecciones No Semaforizadas	66
Tabla 15. Volúmenes totales por estación	69
Tabla 16. Longitud Subtramos	79
Tabla 16. Tiempos de Recorrido Transporte Particular TPD INGENIERÍA	80
Tabla 17. Tiempos de Recorrido Transporte Particular Google Maps	80
Tabla 19. Variación Tiempos TPD Ingeniería – Google Maps	81
Tabla 20. Velocidades TPD Ingeniería TP	82
Tabla 21. Velocidades Google Maps TP	82
Tabla 22. Variación Velocidades TPD Ingeniería – Google Maps	83
Tabla 23. Tiempo de Recorrido Corredor Vial	84
Tabla 24. Variación tiempos de recorrido TPD Ingeniería – Google Maps TPC	84
Tabla 24. Velocidades TPC Google Maps – TPD Ingeniería	85
Tabla 25. Variación de Velocidades TPC	86

RESUMEN

El objetivo de este informe es realizar apoyo técnico en monitoreo de seguimiento y control del tránsito y transporte, Bogotá D.C., proyecto que consiste en la toma de información de campo como insumo del programa de monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y el transporte, donde se busca dar cumplimiento al Contrato de Consultoría 1268 de 2016, haciendo la toma de información de campo y procesamiento de la información recolectada, realizando recomendaciones técnicas necesarias para el cumplimiento del objeto del contrato.

En la metodología utilizada se reunió y analizó la información primaria, en las instalaciones de TPD Ingeniería S.A., generando una base de datos contractual, para que se dé continuidad al proceso que se lleva ejecutando en la empresa, y así cumplir a satisfacción con los requerimientos del cronograma planteado en el proyecto.

A medida que se logró avanzar en el proyecto se generaron los correspondientes informes de avance que permiten estar al tanto de la continuidad del proyecto.

La autoridad científica de la Facultad de Ingeniería reside en ella misma, por tanto,
no responde por las opiniones expresadas en este Trabajo de Grado.

Se autoriza su reproducción indicando su origen.

INTRODUCCIÓN

Este informe tiene como finalidad presentar los resultados obtenidos durante la pasantía: APOYO TÉCNICO EN MONITOREO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL TRÁNSITO Y TRANSPORTE, BOGOTÁ D.C., realizado en la Empresa Transporte Planeación y Diseño Ingeniería, en un tiempo de 20 semanas, proyecto que trata en la toma de información de campo como insumo del programa de monitoreo, seguimiento y planeación del tránsito y transporte en la ciudad.

El desarrollo de esta pasantía permitió al estudiante aplicar de forma íntegra y óptima los conocimientos adquiridos en la academia, al enfrentarse a un reto en la vida real, lo que le será de gran ayuda al incorporarse como futuro profesional, así como los conocimientos y experiencias obtenidas.

Al realizar este tipo de contratos TPD Ingeniería S.A., ha venido contribuyendo con el monitoreo, generando así un continuo seguimiento de los parámetros de tránsito y transporte de la ciudad, contando con información donde se puede medir de manera continua el comportamiento en los diferentes puntos señalados por la entidad, estableciendo medidas a corto, mediano y largo plazo.

En este informe se presentará una descripción del proyecto con un marco de referencia para poder tener claridad de algunos conceptos, el desarrollo de la supervisión que involucra la información contractual, el procesamiento de los puntos de toma de información para cada uno de los diferentes tipos de estudio e informe general de los estudios a ejecutar. Un capítulo con las experiencias vividas durante este tiempo y finalmente las conclusiones del proyecto, la bibliografía consultada y los anexos.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

1.1 PROBLEMA DE ESTUDIO.

Teniendo en cuenta que las grandes ciudades presentan condiciones del tránsito y transporte que varían constantemente, donde el principal problema se ostenta en la congestión de tránsito, que con el transcurrir del tiempo ha venido en aumento, constituyéndose en un peligro que afecta la calidad de vida urbana, donde su primer impacto se observa en la reducción de velocidades de circulación que se convierte en la generación de diferentes dificultades, tales como incremento de tiempos de viaje, consumo de combustible, otros costos de operación y de contaminación atmosférica. Para mejorar esta situación, es necesario optar por una serie de medidas con el fin de mantener y mejorar la movilidad en general de la capital, y así conocer los diferentes comportamientos que se presentan en los principales corredores representativos y en algunos sectores críticos.

Por esto se deberá comprender el comportamiento de la operación del tránsito y del transporte en la ciudad, en donde es necesario realizar en forma permanente la evaluación y seguimiento de los indicadores de tránsito en intersecciones, que permitan definir las condiciones de circulación.

En lo que respecta a la toma de información para los componentes que conforman el monitoreo se establecen diferentes puntos y horarios indicados por la Secretaría Distrital de Movilidad.

El proyecto de seguimiento y control del tránsito está ubicado en la ciudad de Bogotá D.C., en el departamento de Cundinamarca, perímetro urbano, sobre los corredores viales, accesos a la ciudad de Bogotá D.C., intersecciones a nivel o desnivel, andenes y demás espacios públicos en donde se requiera análisis a las variables de tránsito vehicular y peatonal.

La localización del proyecto se muestra a continuación en el gráfico 1.

Gráfico 1. Localización Bogotá D.C



Fuente: <http://mapas.bogota.gov.co/>.

La ciudad de Bogotá Distrito Capital de Colombia, se encuentra localizada al centro del departamento de Cundinamarca. Limita al norte con el municipio de Chía, por el oriente con el municipio de La Calera, por el sur con el departamento del Meta y del Huila, y por el occidente con los municipios de Cota, Funza y Mosquera.

2. MARCO DE REFERENCIA

Para la ejecución del proyecto es importante determinar los diferentes estudios empleados, comprendidos por tres componentes.

- Monitoreo básico Volúmenes vehiculares, frecuencia y ocupación visual de TPC (Transporte Público Colectivo) y TPI (Transporte Público Individual), tiempos de recorrido TP (Transporte Particular) y TPC.
- Planeamiento Semafórico (Volúmenes arribos a la intersección, porcentaje de direccionales y composición vehicular, giros exclusivos con cola, aforo de peatones, aforo de bicicletas).
- Priorización de intersecciones a semaforizar (Volúmenes direccionales vehiculares, volúmenes peatonales, volúmenes de bicicletas).

A continuación, se presentan los estudios empleados para la ejecución de los diferentes componentes.

2.1 VOLÚMENES DE TRÁNSITO EN INTERSECCIONES.

Representa la cantidad de vehículos que cruzan en una sección transversal de la carretera en una unidad de tiempo. Este volumen se emplea para cuantificar la demanda, para medir la utilización vial y para expresar la capacidad de la carretera. Es importante conocer el volumen vehicular de los diferentes puntos; este estudio tiene como objetivo determinar la variación, distribución por movimiento y composición del tránsito vehicular en las intersecciones. La variación indicará cómo cambia el flujo de vehículos dentro del período pico, con base en esta información se determina el factor de hora pico; la distribución se refiere a la cuantificación de las maniobras que realizan los conductores en la intersección y la composición muestra los diferentes tipos de vehículo que se involucran en la demanda de la intersección.¹

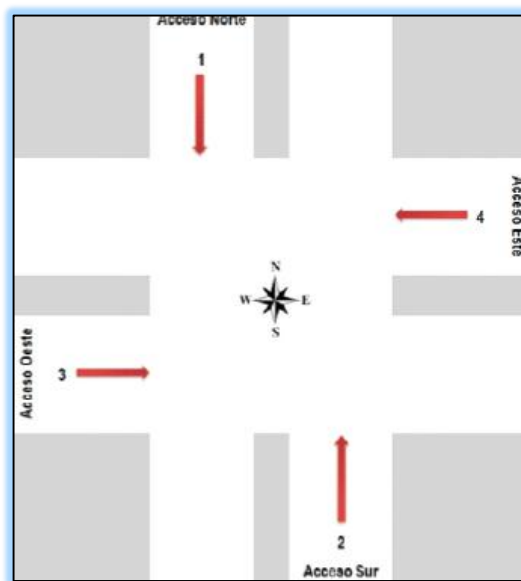
Para la toma de información es necesaria la participación de aforadores con experiencia en la realización de este tipo de estudio, capaz de realizar el procedimiento de conteo destacando en la técnica y forma de diligenciamiento de los formatos, las categorías vehiculares y los movimientos vehiculares. En cuanto a la distribución de los aforadores en campo se tiene en cuenta la estimación del volumen vehicular en cada acceso y la composición vehicular a registrar.

¹ REYES ESPÍNDOLA, Ing. Rafael Cal y Mayor y CÁRDENAS GRISALES, James. 2007. Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. Octava Edición. México: Alfaomega, 2007 p. 154 3 Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, Cal & Mayor y Asociados para Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá D.C., 2005

El aforo se efectúa sobre el 100% de los vehículos que circulan en el punto, agrupando la información en períodos de 15 minutos, diferenciando por acceso, e identificando en caso de requerirse si corresponde a calzada lenta o rápida (B). Cuando el volumen es baja los registros se realizan en forma individual anotando en el formato para cada vehículo, pero si el volumen es alto se cuenta en forma continua con ayuda de contadores, registrando el valor en los formatos.

Para la codificación de los movimientos vehiculares se rige mediante la Codificación de la Norma Rilsa (Richtlinien für Lichtsignalanlagen).

Gráfico 2. Codificación de movimientos vehiculares



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, elaborado por la firma Cal & Mayor

El estudio de volúmenes de tránsito en intersecciones sirve para el componente de monitoreo básico y sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.2 FRECUENCIA Y OCUPACIÓN VISUAL TPC Y TPI.

El fundamento de este estudio es tener una apreciación clara de la utilización del servicio ya sea transporte público o transporte individual en donde se determina variación de la oferta y la demanda del TPC o TPI en un punto determinado de una red dentro de un período de tiempo definido. Precisamente este estudio consiste en establecer el intervalo de tiempo transcurrido entre el paso de los buses de las diferentes rutas que utilizan el corredor bajo estudio y un aproximado hacer una

apreciación de la cantidad de pasajeros que forman parte del sistema. Mediante este tipo de aforo se permite conocer la frecuencia y la ocupación de vehículos de transporte público colectivo e individual mediante las observaciones puntuales, en la red vial de una ciudad.²

El estudio de frecuencia de paso y ocupación visual es una de las herramientas fundamentales para el análisis de la relación oferta – demanda en cualquier sistema de transporte; ya que proporciona información sobre la variación horaria tanto de la oferta como de la demanda, en un punto específico, a lo largo del período en que se realice dicho estudio, debido a que se toman lecturas de las rutas, hora de paso y ocupación de los vehículos.³ Los estudios de FYO son de gran beneficio porque se obtiene de forma más clara el comportamiento de los diferentes tipos de transporte en los diferentes tramos a analizar, de igual manera con este estudio se determina la diferente composición vehicular que comprende el sistema, los tiempos de ciclo. En un estudio de transporte público de esta naturaleza, una vez que se tienen definidos los recorridos de cada una de las rutas, éste es el primer estudio que se hace, ya que con los resultados que se obtengan de este trabajo, es posible identificar los períodos de mayor y menor demanda; lo que permite dimensionar y detallar los estudios subsecuentes como ascenso y descenso, velocidades y demoras, y la encuesta de origen y destino. Con los alcances logrados del estudio se puede llegar a un punto para el dimensionamiento de la flota del sistema, determinación de cuáles son los puntos relevantes por donde deben pasar los diferentes sistemas, de igual manera se puede determinar la calidad de servicio ofrecido.

Para la toma de información de este tipo de estudio se dispondrá de la cantidad de observadores por calzada, por sentido y por volumen de transporte público o particular que se presente. Se cuenta dos modos de captura de información casetes y formatos, el primero es utilizado como modo base y los formatos de manera de respaldo por si llegase a ocurrir algún evento extraordinario.

2.2.1 Toma de información transporte público colectivo

La recolección de información se realiza en forma directa, el observador se ubica de forma estratégica en el punto de control, de modo que pueda visualizar los vehículos a registrar. Adicionalmente, el aforador pronuncia la hora militar cada cinco (5") minutos; el tipo de vehículo (Colectivo **P**equeño, Colectivo **G**rande, Buseta/Busetón

² Transportation Research Board, 2000. Capítulo III Metodología

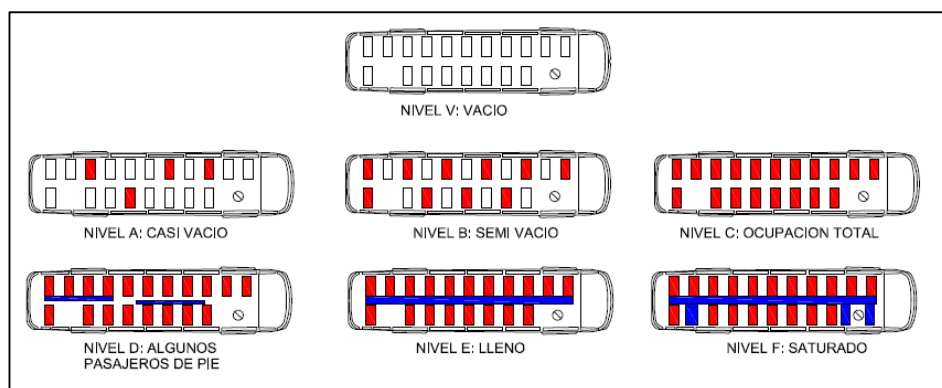
³ ALVAREZ, L.E. (1976). Ingeniería del Tránsito. 2ª Edición. Escuela de Ingeniería, Universidad de Chile.

- **BT-**, Bus **C**orto, Bus **L**argo, Bus **P**adrón –**BP-**, Articulado –**AT-** y Biarticulado –**BA**); el operador (SITP, SITP PROVISIONAL o TPC); la ruta, el nivel de ocupación.

Las letras se representan mediante una palabra corta de uso común. Por ejemplo, para el vehículo tipo Bus Corto de la ruta E25 con ocupación D detectado en el periodo comprendido entre las 09:25 y las 09:30, se registra así:

Se enuncia: 09:30, **C**orto, **E**nano 25 **D**ama; el nivel de ocupación del vehículo puede ir de V hasta F o FS para los que circulan fuera de servicio, estos valores asignados a cada uno de los diferentes niveles de ocupación y para cada tipo de vehículo, a partir de los cuales se registra en campo la información, en donde el nivel FS representa a un vehículo que no tiene pasajeros a bordo y que en el momento del avistamiento se encuentra fuera de servicio al no mostrar ruta en su tablero, el nivel V corresponde a un vehículo que no tiene pasajeros a bordo pero que se encuentra prestando servicio al llevar ruta asignada en el tablero, el nivel A representa un vehículo con un 25% o menos porcentaje de sillas ocupadas, el nivel B un vehículo con ocupación de sillas entre el 25% y el 75%, el nivel C un vehículo con el 100% de sillas ocupadas, el nivel D un vehículo con todas las sillas ocupadas y algunos pasajeros de pie, el nivel E indica un vehículo con todas las sillas ocupadas y el número máximo de pasajeros de pie posible en su pasillo y el nivel F indica un vehículo completamente lleno con pasajeros inclusive entre la registradora y la puerta. El Gráfico 3., muestra gráficamente los niveles de ocupación descritos.

Gráfico 3. Nivel de ocupación para transporte público colectivo



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte 2005, adaptado por CMTTUB15

2.2.2 Toma de información transporte público individual

Es este estudio se toma como base la caracterización del único tipo de vehículo de transporte público individual, específicamente los vehículos llamados “taxis”.

En la inspección visual del transporte individual se busca identificar y registrar la ocupación del vehículo al pasar por el punto de observación en función de la cantidad de ocupantes que tenga el vehículo. Las opciones para los niveles de ocupación son los siguientes:

- Solo el conductor
- El conductor y un pasajero
- El conductor y dos pasajeros
- El conductor y tres pasajeros
- El conductor y cuatro pasajeros
- El conductor y más de cuatro pasajeros

El estudio de frecuencia y ocupación visual para el transporte público colectivo y transporte individual sirve para el componente de monitoreo básico y sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.3 TIEMPOS DE RECORRIDO POR EL MÉTODO DEL VEHÍCULO FLOTANTE

La eficiencia de un sistema de transporte público, sea colectivo o individual, está determinada por la velocidad de recorrido o la velocidad de marcha, los factores de carga y el cumplimiento del horario. Estas medidas de desempeño permiten evaluar los cambios en un sistema (incorporación de nuevas rutas, cambios a un solo sentido de circulación, eliminación de estacionamientos, etc.) y hacer los análisis estadísticos para los estudios de antes y después, con el fin de valorar los resultados obtenidos y calificar el nivel de servicio a lo largo de una ruta de transporte público.

Los parámetros determinados en el estudio también son de interés fundamental para la planeación, programación y/o ajustes de la operación, pues permiten adoptar medidas de seguridad y mejorar la calidad del servicio, buscando alternativas para la reducción o eliminación de las demoras.

Desde el punto de vista de la empresa, los tiempos de recorrido son un indicativo de la magnitud de los costos de operación requeridos para servir una ruta y el insumo necesario para realizar mejoras al sistema de transporte público. Los tiempos de recorrido se ven afectados por el volumen de tránsito existente, el intercambio de viajes o la rotación de demanda en la ruta y la prolongación

deliberada en la parada del bus, por parte del conductor, con el fin de captar o esperar un mayor número de pasajeros. Es importante que la entidad preste atención a estas variaciones de tiempo y tome las medidas necesarias con el fin de optimizar la programación de la operación y lograr la máxima eficiencia posible.⁴

Este procedimiento puede proporcionar tiempos de recorrido, datos sobre demoras y también volúmenes y densidades de tránsito. El procedimiento se ejecuta principalmente en vías urbanas o suburbanas donde la densidad del tránsito y su regulación producen reducciones apreciables en la velocidad de los vehículos.

Para la toma de información el aforador hace uso de un GPS donde se aborda un vehículo que circula por el corredor vial en estudio, operando a una velocidad muy similar a la de los otros vehículos (vehículo particular o taxi) que se encuentran en el mismo sentido; esto es, haciendo parte del lote de vehículos que circulan por la vía, para el caso de TPC se aborda un vehículo teniendo en cuenta su tipología (bus, buseta, colectivo o SITP) y hace los diferentes recorridos.

El aforador vigila que el GPS, se encuentre enlazado a la red de satélites, de tal forma que garantice el posicionamiento geográfico de la información. En caso de pérdida de señal, el aforador llevará durante todos los recorridos formatos en físico para el registro del tiempo de paso en todos los puntos de control, con el propósito de evitar pérdida de información.

El estudio de tiempos de recorrido tanto para el transporte público colectivo, individual como particular sirve para el componente de monitoreo básico y sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.3.1 Velocidad

La velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. A su vez, los conductores considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada.

Se sabe, además, que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se logrará con una buena velocidad, sostenibilidad y que ofrezca seguridad.

⁴ Ingeniería de Tránsito y carreteras. 3ª. edición nicholas j. garber, lester a. hoel, pág. 283

La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad del usuario.

Existen conceptualmente varios tipos de velocidad, los cuales deben ser definidos y aplicados claramente.

A continuación, se presenta los diferentes tipos de estudio de velocidad, en donde uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Desde este punto de vista, para medir la calidad del movimiento del tránsito se utilizan la velocidad de punto, en sus dos componentes, media temporal y media espacial; la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha

2.3.2 Velocidad Punto

Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio; lo mismo que permiten obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios. Por ejemplo, en una sección de una carretera de dos carriles se pueden obtener los datos correspondientes a las velocidades que desarrollan los usuarios, tomando una muestra lo suficientemente representativa de los vehículos que transitan por ese punto

Las características de la velocidad de punto tienen las siguientes aplicaciones:

- Tendencias de velocidades: se determinan mediante la recolección de datos a través de muestreos periódicos en lugares seleccionados. Pueden ser especificadas por tipo de vehículo.
- Lugares con problemas de velocidad: mediante un estudio de velocidades es posible determinar si son muy altas y si las quejas recibidas, a este respecto, son justas.
- Planeación de la operación del tránsito, regulación y control: la magnitud en la dispersión de las velocidades afecta tanto la capacidad como la seguridad, ya que todos los vehículos no viajan a la misma velocidad. De allí que, si todos los vehículos viajaran a igual velocidad, la capacidad sería máxima y los accidentes serían minimizados.

2.3.3 Velocidad a flujo libre

Se considera a la velocidad a la cual se puede circular si considera el efecto del volumen de tránsito y en pavimentos de buenas condiciones, es usado como indicativo de las características geométricas generales. Esta velocidad depende tanto del alineamiento horizontal como vertical.

2.3.4 Velocidad de recorrido

Para determinar la velocidad de recorrido es necesario tener los tiempos de recorrido, los que a su vez están asociados con las demoras. Los propósitos del estudio de tiempos de recorrido y demoras son:

- Evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta y determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito.
- La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha. En el momento del estudio se miden los tiempos de recorrido y los tiempos de detención en cada uno de los tramos; los cuales son convertidos posteriormente a medidas de velocidad. Para tal efecto se acostumbra utilizar el método del vehículo de prueba o vehículo flotante

En lo que respecta a las demoras, esta información se registra cuando el flujo de tránsito es detenido o forzado. Para un recorrido la duración de las demoras del tránsito se mide en unidades de tiempo, anotando el lugar en que ocurren, causa y frecuencia de las mismas. Las demoras pueden ser determinadas para recorridos a lo largo de una ruta, durante un día y hora de la semana específicos, así como en lugares seleccionados, donde existan serios problemas de tránsito.

Para el caso de rutas, los resultados de los estudios de tiempos de recorrido y demoras, son útiles en la evaluación general del movimiento del tránsito, dentro de un área o a lo largo de rutas específicas. Con estos datos se pueden identificar los lugares conflictivos, donde el proyecto y las mejoras operacionales pueden ser esenciales para incrementar la seguridad y la movilidad.

A continuación, se presenta relación de las aplicaciones de la información de los tiempos de recorrido.

- Determinación de la eficiencia de una ruta, en términos del movimiento del tránsito carretero.
- Identificación de las zonas congestionadas en el sistema vial principal. Definición del congestionamiento, de acuerdo con el lugar, tipo de demora.
- Duración y frecuencia de las fricciones del tránsito.

Las características de la velocidad de recorrido tienen las siguientes aplicaciones:

- Evaluación de la efectividad de las mejoras viales, usando estudios de “antes y después”.
- Cálculo de costos usuario-vía para análisis económicos de las mejoras viales y del tránsito.
- Establecimiento de las tendencias de la velocidad de recorrido, por muestreos periódicos de las rutas principales.
- Cálculo de capacidad y volúmenes de servicio, para flujos de tránsito continuo.
- Aplicación de modelos de distribución de viajes y/o asignación de viajes en planeación de transporte.⁵

2.3.5 Velocidad de marcha

Para un vehículo, la velocidad de marcha o velocidad de cruce, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido, por cualquier causa asociada a la operación del tránsito. Por lo tanto, esta velocidad por lo general, será de valor superior a la de recorrido.

2.3.6 Velocidad de proyecto

Se toma como base para definir los elementos geométricos de la vía: radios de curvas, horizontales y verticales, distancias de visibilidad y peraltes. La velocidad de proyecto permite definir las características mínimas del trazado de un tramo. Cuanto mayor sea la velocidad de proyecto, mayores serán las dimensiones de los elementos de la carretera considerada y menores sus curvaturas e inclinaciones. Los valores de la velocidad de proyecto suelen depender de los siguientes factores:

- Condiciones del entorno, especialmente el relieve del terreno
- Consideraciones ambientales
- Función de la vía dentro del sistema de transporte
- Homogeneidad del trayecto
- Condiciones económicas

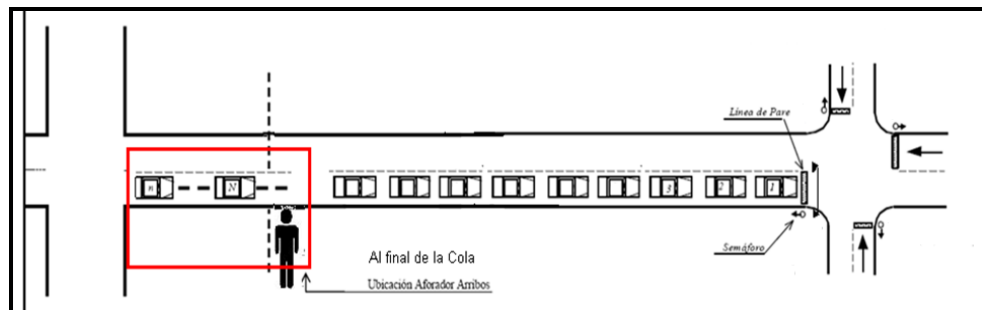
⁵ RADELAT EGÜES, GUIDO. (2003). Principios de Ingeniería de Tránsito.

2.4 VOLÚMENES ARRIBOS A LA INTERSECCIÓN

Este estudio representa las demandas vehiculares que llegan a la intersección y las cuales deberán ser despejadas por el tiempo de verde del semáforo, deben contemplar las entradas y salidas de las bocacalles que se encuentren sobre la vía cuando en el acceso a la intersección se generan colas que las sobrepasen.

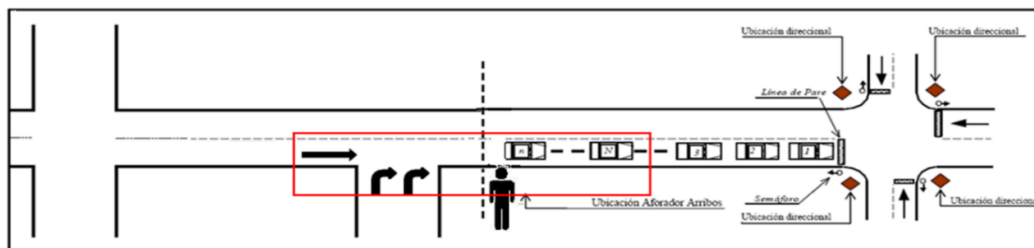
Para el aforo los vehículos se deben contar en vehículos mixtos (sin discriminar el tipo de vehículo) a medida que llegan o arriban (A) al acceso, durante un periodo de tiempo el cual es requerido por la entidad; se utilizan contadores manuales cuando la variable a medir es una sola (en este caso vehículos mixtos), cuando es necesario un solo aforador en una sola calzada a observar. En aquellos accesos viales en donde, en los periodos picos del día, se satura el acceso y la cola generada supera una o varias cuadras, es necesario medir las demandas adicionales en vehículos mixtos de las bocacalles (entradas y salidas), este fenómeno puede presentarse durante todo el turno de aforo, en donde puede llegar a ser necesario el refuerzo de otro aforador garantizando las demandas vehiculares reales.

Gráfico 4. Ubicación de aforadores para el estudio de arribos



Fuente: Contrato de prestación de servicios No. 105 de 2008 ejecutado por CMTTUB09
para la SDM

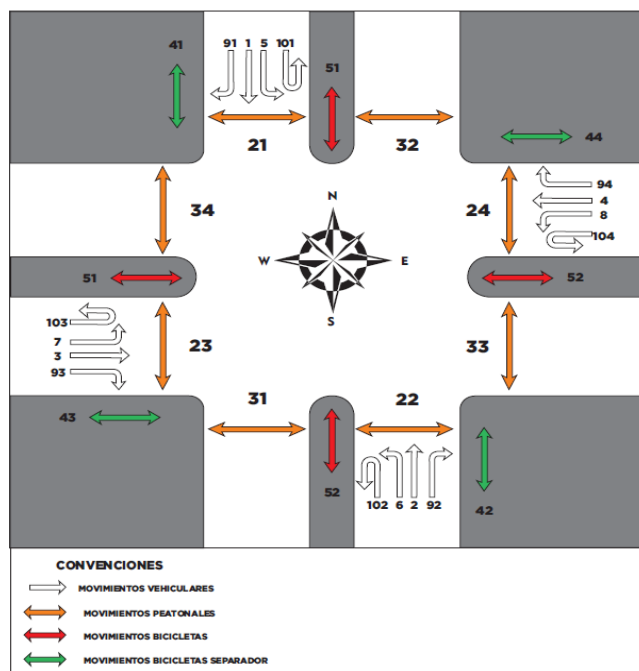
Gráfico 5. Esquema de presencia de entradas y salidas.



Fuente: Contrato de prestación de servicios No. 105 de 2008 ejecutado por CMTTUB09 para la SDM

Para la codificación de los movimientos vehiculares se rige mediante la Codificación de la Norma Rilsa (Richtlinien für Lichtsignalanlagen).

Gráfico 6. Codificación de movimientos vehiculares



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, elaborado por la firma Cal & Mayor.

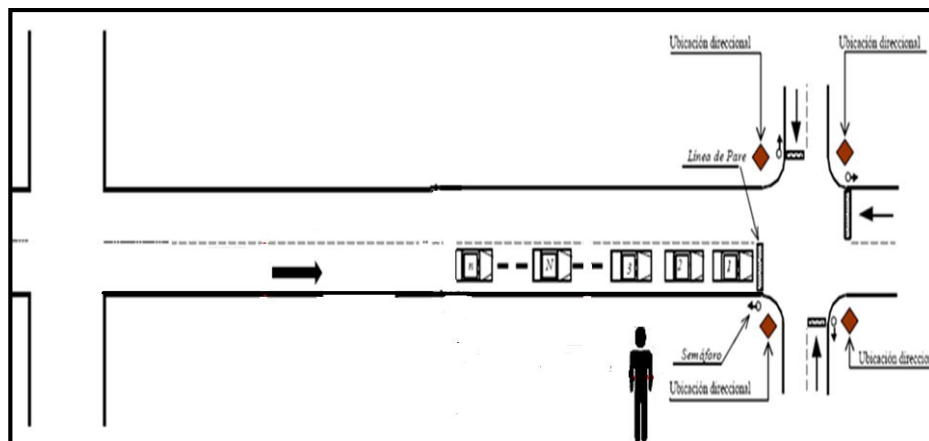
El estudio de volúmenes de arribos de una intersección sirve para el componente de planeamiento semafórico, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.5 PORCENTAJES DIRECCIONALES Y COMPOSICIÓN VEHICULAR

Este estudio tiene como objetivo determinar los porcentajes direccionales y la composición vehicular de los vehículos al pasar por la línea de pare de cada uno de los accesos viales de la intersección semaforizada.

Para este aforo los observadores (dos por acceso), se ubican a la altura de la línea de pare del acceso correspondiente; en cada periodo de quince (15) minutos se toma una muestra que puede ser de tres (3) o seis (6) ciclos semafóricos, para determinar el tipo de vehículo y la maniobra realizada al ingresar a la intersección. La cantidad de ciclos a observar dependerá del número de accesos y la geometría de la intersección.

Gráfico 7. Ubicación de aforadores estudio de porcentajes direccionales y comp. vehicular



Fuente: Contrato de prestación de servicios No. 105 de 2008 ejecutado por CMTTUB09 para la SDM.

Los flujos vehiculares se deben clasificar por tipo de vehículo (automóviles, buses, camiones y motos) y según la maniobra realizada (giro izquierdo, movimiento directo y giro derecho), el conteo debe incluir aquellos vehículos que ingresan en fases de amarillo y/o rojo, inclusive.

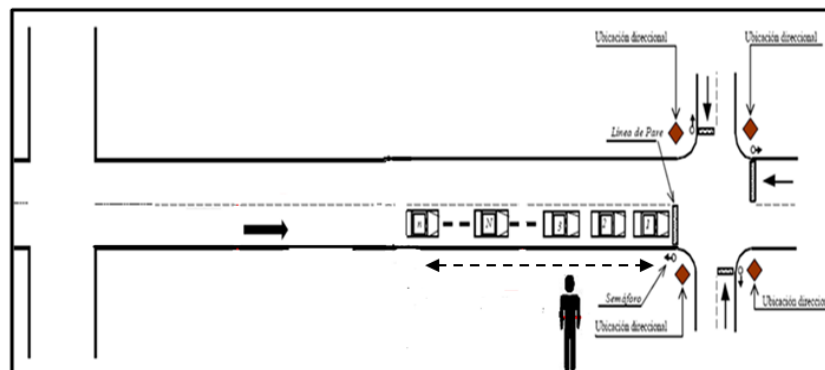
El estudio de porcentaje de direccionales y composición vehicular sirve para el componente de planeamiento semafórico, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.6 GIROS EXCLUSIVOS CON COLA

Este estudio tiene como objetivo medir la demanda vehicular que tiene un giro exclusivo, cuantificando el volumen que despeja en el giro y la longitud de cola de los vehículos que pretenden hacer el giro y no alcanzaron a pasar en el tiempo de verde del ciclo semafórico.

Para los accesos en donde existan giros exclusivos controlados por dispositivos semafóricos, la ubicación del aforador será inicialmente a la altura de la línea de pare y se realiza el aforo en periodos de 15 minutos, los vehículos se deben clasificar en livianos, buses, camiones, motos y masivo (Sistema Transmilenio), adicionalmente en una fase de rojo de cada periodo de 5 minutos, el observador cuenta los vehículos que están en cola y desean realizar el giro, entendida esta como “cola estimada”, en la siguiente fase de verde determina cuántos de esos vehículos que se tuvieron en cuenta en la “cola estimada” realizaron el giro, esta cantidad se entiende como “cola real”, el conteo de la “cola estimada” y “real” se realiza en vehículos mixtos.

Gráfico 8. Ubicación de aforadores para el estudio de giro exclusivo con cola.



Fuente: Contrato de prestación de servicios No. 105 de 2008 ejecutado por CMTTUB09 para la SDM.

En intersecciones con calzada exclusiva de transporte masivo cuya geometría permite la maniobra de giro exclusivo, se tomará la información como un direccional permanente de la misma.

El estudio de giros exclusivos con cola sirve para el componente de planeamiento semafórico, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.7 VOLÚMENES DIRECCIONALES VEHICULARES

En el estudio de volúmenes direccionales vehiculares se toma información del 100% de los vehículos que circulen por esta intersección, identificando para cada acceso los movimientos que se presenten, tomando la información en intervalos de 15 minutos, categorizando la información por grupos vehiculares así: Livianos, Buses y Transmilenio (se incluye todo el transporte público y buses especiales), Camiones, Motos y Bicicletas sobre calzada. Es el mismo estudio que se realiza en el componente planeamiento semafórico con la diferencia que este estudio no presenta control por semafórico.

El estudio de volúmenes direccionales vehiculares sirve para el componente de priorización, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.8 AFORO DE PEATONES.

El objetivo de este estudio es medir la demanda peatonal que tienen los diferentes pasos peatonales de las intersecciones semaforizadas.

Los criterios para determinar los movimientos peatonales a aforar son:

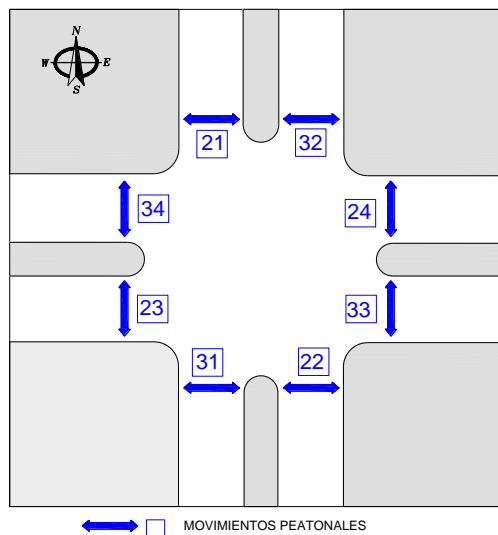
- Para intersecciones que no tengan paso seguro con semáforo peatonal, se tomarán aquellos movimientos en los que se presente un flujo peatonal considerable.
- Para intersecciones que presentan paso seguro con semáforo peatonal en dos accesos (en L), se tomarán estos dos accesos y adicionalmente se verifica en la visita si es necesario por flujo considerable en otro de los accesos.
- Para intersecciones que presentan paso seguro con semáforo peatonal en tres accesos (en U), se tomará únicamente estos tres accesos aun cuando exista alto flujo de peatones en acceso sin paso seguro.

La medición se realiza por grupos peatonales, discriminados en tres categorías de acuerdo a su nivel de movilidad, así:

Normal: Peatones de flujo típico, **Movilidad Reducida:** Peatones con dificultad de desplazamiento, entre ellos se catalogan: mujeres en embarazo, personas con alguna discapacidad física que se pueden reconocer a simple vista (incluye uso de muletas, sillas de ruedas, bastones, entre otros), adultos mayores, peatones maniobrando coches de bebé o carros de mercado, niños menores de 4 años y otros que se considere apliquen a esta categoría, **Invidentes:** Peatones con limitación visual parcial o total.

Dentro del estudio de volúmenes peatonales se registra el 100% de las personas que transitan por cada cruce de la intersección evaluada, registrando la información en intervalos de 15 minutos clasificando según el movimiento y sentido de circulación realizado. En el Gráfico 9 se muestra la codificación de movimientos empleada en volúmenes peatonales, los cuales se han adoptado según lo establecido en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte.

Gráfico 9. Codificación básica de movimientos peatonales



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, elaborado por la firma Cal & Mayor y Asociados para la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá D.C.

El estudio de aforo de peatones sirve para el componente de planeamiento semafórico y priorización, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

2.9 AFORO DE BICICLETAS

Este estudio tiene como objetivo medir la demanda de bicicletas, así como las intersecciones que dentro de su geometría incluye control semafórico con paso exclusivo para bicicletas como para las intersecciones que no cuentan con este tipo de control.

Dentro de lo que conforma el tráfico de bicicletas en el monitoreo de tránsito es de gran importancia conocer los diferentes volúmenes ya que con estos valores se puede llegar a plantear nuevas infraestructuras ciclistas (bicicarriles, aparcamiento para bicicletas, señalización), también ayudan a mejorar el diseño y la prioridad de

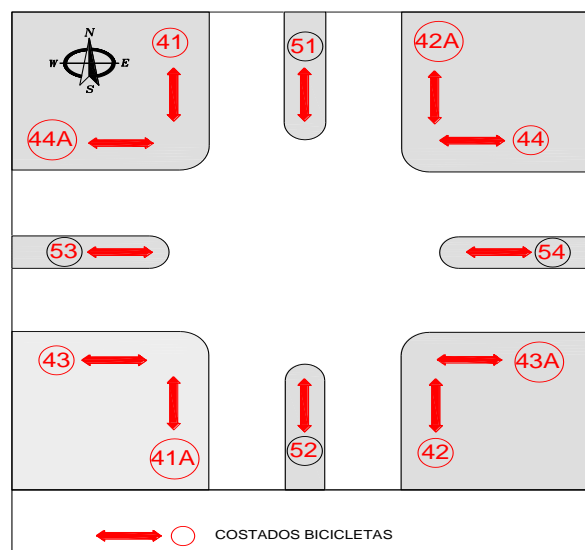
las medidas de apoyo al contar con la evaluación de su impacto predecible. La información correspondiente a este tipo de estudio es muy deficiente, pero si se continúa haciendo seguimiento durante el tiempo con este tipo de información a largo plazo se logrará calcular la efectividad de las diferentes medidas que se vayan adoptando y así de igual manera determinar la relación beneficio/costo.

Con este tipo de estudio se puede analizar la incidencia del uso de la bicicleta en lo que relaciona a la salud pública. Estudios han demostrado que el uso de la bicicleta ha tenido un leve aumento del ejercicio físico en la población, disminuyendo así graves problemas de salud como la obesidad, la hipertensión y la diabetes, que son causa de un enorme gasto sanitario en tratamientos y hospitalización, en gastos laborales y en afección social.

La medición se realizará por sentido circulación en cada una de las intersecciones en periodos de 15 minutos clasificando los volúmenes según costado y movimiento realizado.

En el Gráfico 10, se muestra la codificación de movimientos empleada en volúmenes de bicicletas, los cuales se han adoptado según lo establecido en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte.

Gráfico 10. Codificación básica de movimientos de bicicletas



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte.

El estudio de aforo de bicicletas sirve para el componente de planeamiento semafórico y priorización, sus resultados serán analizados en el Capítulo 4.

3. METODOLOGÍA

En la ejecución del contrato, éste se disgrega por una serie de componentes discriminado de la siguiente manera:

- COMPONENTE MONITOREO BÁSICO
- COMPONENTE PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO
- COMPONENTE DE PRIORIZACIÓN DE INTERSECCIONES A SEMAFORIZAR

3.1 COMPONENTE MONITOREO BÁSICO



Tiene como base la toma de información en intersecciones y corredores específicos de la ciudad, realizándose de manera periódica, permitiendo así monitorear el comportamiento del tránsito y transporte a través del tiempo.

Dentro de los estudios a realizar en el monitoreo básico se encuentra:

1. Toma de información de volúmenes vehiculares en estaciones maestras.
2. Frecuencia y ocupación visual de los servicios de transporte público e individual en estaciones maestras.
3. Tiempos de recorrido en corredores viales de la ciudad.

3.1.1 Volúmenes vehiculares de Tránsito

El objeto de este estudio es la determinación de la variación del tránsito a través del tiempo en 10 sitios representativos (estaciones maestras) de diferentes sectores de la ciudad, en un periodo de tiempo, diferenciando la información por acceso y tipología vehicular.

El estudio de volúmenes por tipo de vehículo en estaciones maestras se desarrolla en un periodo de 18 horas de 05:00 a. m - 23:00 p. m., debiendo tomarse información en 10 estaciones maestras.

Para el estudio de volúmenes vehiculares se efectúa el aforo sobre el total de los vehículos que transitan en cada uno de los puntos requeridos, concentrando la información en períodos de 15 minutos, diferenciando por acceso, e identificando en caso de requerirse si corresponde a calzada lenta o rápida.

Gráfico 11. Tipos de calzadas en la vía



Fuente: TPD Ingeniería

Como medio de validación de la información la Interventoría pide a TPD Ingeniería la realización en campo de grabación de la toma de información. En algunos casos dependiendo de la complejidad del conteo se realizan los conteos en la oficina sobre estos videos.

Lugares de toma de información: la toma de información de volúmenes vehiculares se realiza en 10 puntos o estaciones maestras, durante 18 horas consecutivas de un día hábil, según lo establecido en el contrato de consultoría 1268 de 2016.

En la Tabla 1 se indican los puntos específicos de toma de información.

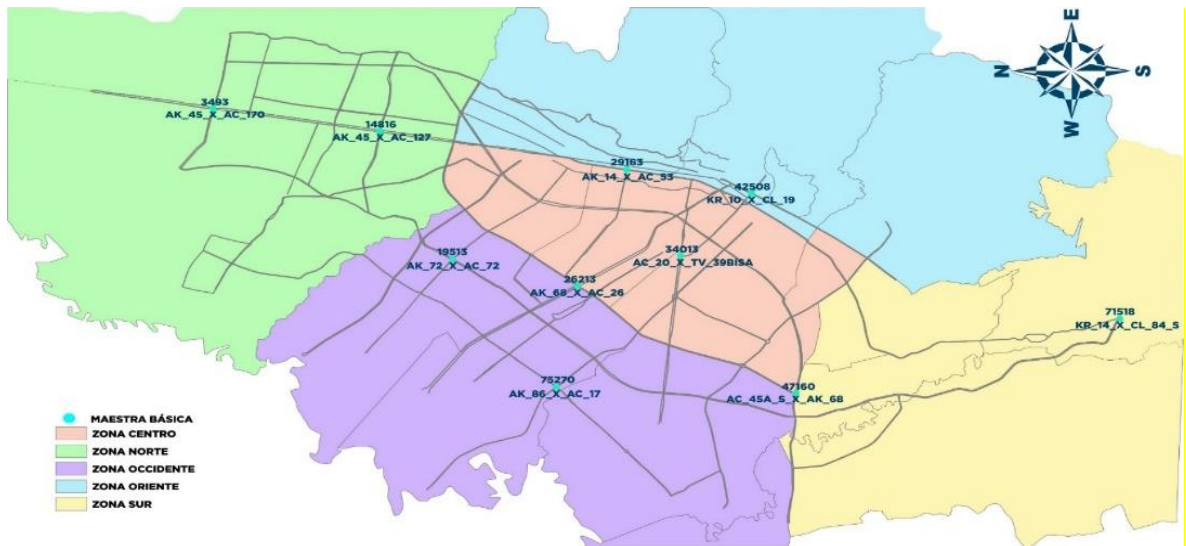
Tabla 1. Estaciones maestras

ZONA	LOCALIDAD	VÍA PRINCIPAL	VÍA SEGUNDARIA
ZONA 1 NORTE	USAQUÉN	AK_45	AC_170
	USAQUÉN	AK_45	AC_127
ZONA 2 OCCIDENTE	ENGATIVÁ	AK_68	AC_26
	ENGATIVÁ	AK_72	AC_72
	FONTIBÓN	AK_86	AC_17
	KENNEDY	AC_45A_S	AK_68
	CHAPINERO	AK_14	AC_53
ZONA 3 ORIENTE	SANTA FE	KR_10	CL_19
ZONA 4 CENTRO	PUENTE ARANDA	AC_20	TV_39 BIS A
ZONA 5 SUR	USME	KR_14	CL_84_S

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

A continuación, se presenta imagen con la zonificación y ubicación de las estaciones maestras.

Gráfico 12. Zonificación y Ubicación Estaciones Maestras



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

En cuanto respecta a las zonas que componen la ciudad estas se distribuyen de la siguiente manera

Zona 1 – Norte: La compone localidad de Suba y Usaquén comprende, en esta zona hay un total de dos estaciones maestras, la AK_45_X_AC_170 y la AK_45_X_AC_127.

Zona 2 – Occidente: Localidad de Bosa, Engativá, Fontibón y Kennedy, abarca 4 intersecciones maestras, la AK_72_X_AC_72, la AK_68_X_AC_26, la AK_86_X_AC_17 y la AC_45A_S_X_AK_68.

Zona 3 – Oriente: Están las localidades de Chapinero, San Cristóbal, Mártires y Santa Fe, dentro de su territorio se encuentran dos estaciones maestras, de las cuales la AK_14_X_AC_53 pertenece a la localidad de Chapinero y la KR_10_CL_19 a Santa Fe.

Zona 4 – Centro: Compuesta por localidad de Barrios Unidos, Puente Aranda y Teusaquillo, en esta zona se encuentra una estación maestra, la AC_20_X_TV_39BISA ubicada en la localidad de Puente Aranda.

Zona 5 – Sur: Está conformada por la localidad de Ciudad Bolívar, Tunjuelito y Usme, en esta última localidad se encuentra localizada la única estación maestra de la zona, la KR_14_X_CL_84_S.

En cuanto a la clasificación vehicular se toman diferentes grupos vehiculares presentados en la Tabla. 2.

Tabla 2. Clasificación vehicular

TIPOLOGÍA ASOCIADA	GRUPO VEHICULAR	NOMBRE CORTO
Particulares	Livianos	L
Taxis		
Ambulancias		
Chanas (hasta 7 pasajeros)		
Camionetas (menos de 1 tonelada)		
Vehículos de transporte público de 1 puerta (colectivos, especiales e intermunicipales)	Colectivos	C
Vehículos de transporte público de 2 puerta (buses cortos, provisionales, busetas especiales e intermunicipales)	Buseta / Busetón	BT
Bus largo	Buses	B
Bus dual		
Buses de 3 puertas		
Articulado	Articulado	AT
Biarticulado	Biarticulado	BA
Camiones de 2 ejes pequeños	Camiones de dos ejes	C2
Camiones de 2 ejes grandes		
Camiones de 3 ejes	Camiones de tres ejes	C3
Camiones de 4 ejes	Camiones de cuatro ejes	C4
Camiones de 5 ejes	Camiones de cinco ejes	C5
Camiones > 5 ejes	Camiones mayores a cinco ejes	>C5
Bicicletas con motor	Ciclo con motor	CM
(velocidad mayor a 25 Km/h)		
Bicicletas, triciclos	Ciclo sin motor	CSM
(velocidad menor a 25 Km/h)		

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Análisis de la información recopilada para volúmenes vehiculares.

La información de los formatos de campo es clasificada según fecha, ubicación, período y sentido del aforo; de esta manera se logra un manejo óptimo de la información cuando ésta se encuentre en la parte de procesamiento en oficina.

Ya con la información en los formatos de campo durante los períodos de aforo, una vez organizados, son revisados pasando por un proceso de depuración de la información, disminuyendo así la posibilidad de transcribir datos erróneos o inconsistentes. Continúa el proceso digitando la información capturada en un archivo tipo excel.

3.1.2 Frecuencias y ocupación visual del transporte público colectivo (TPC) e individual (TPI)

Con este estudio se busca determinar la variación de la oferta y la demanda del transporte público a través del tiempo en 10 puntos representativos de diferentes sectores de la ciudad, en un período de tiempo, diferenciando la información por acceso y tipología vehicular, según lo establecido en el contrato de consultoría 1268 de 2016.

Para transporte individual este estudio se desarrolla durante 10 horas de 04:00 a.m. a 09:00 a.m., 16:00 p.m. -21:00 p.m. donde se toma información de cada una de las estaciones maestras cada trimestre, para transporte público colectivo se ejecuta durante 9 horas de 05:00 a 8:00, 11:00 a 14:00 y de 17:00 a 20:00 diferenciando la información por acceso y tipología vehicular.

Lugares de toma de información: Según lo establecido, la toma de información de transporte público e individual y colectivo se realiza en 10 puntos o estaciones maestras en puntos específicos de toma de información anteriormente mencionados en la sección 3.1.1.

En cuanto a los rangos de nivel de ocupación para transporte público colectivo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Nivel de ocupación TPC

TIPO DE VEHÍCULO	CAPACIDAD	NIVEL DE OCUPACIÓN PASAJEROS						
		V	A	B	C	D	E	F
Colectivo pequeño - TPC	12	0	3	6	12	13	15	15
Colectivo grande - TPC - PROV	19	0	4	9	19	23	26	26
Buseta - TPC - PROV	40	0	7	14	30	35	40	42
Bus corto - TPC - PROV	60	0	9	18	36	48	60	66
Bus largo - TPC	70	0	11	21	43	56	70	77
Colectivo grande - SITP	19	0	3	7	15	17	19	23
Buseta - SITP	45	0	5	11	22	33	45	50
Bus largo - SITP	83	0	5	11	22	53	83	90
Bus padrón	80	0	5	10	20	50	80	87
Articulado	150	0	12	24	48	104	150	160
Biarticulado	250	0	16	31	62	161	250	265

Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte 2005 y los valores de capacidad entregados por Transmilenio en abril de 2015.

3.1.3 Tiempos de recorrido con GPS

Los estudios de tiempos de recorrido para el componente de monitoreo básico se realizan por el método del vehículo flotante mediante la utilización de GPS, que circula por el corredor vial de análisis y opera a una velocidad parecida a la de los otros vehículos que se encuentran en el mismo sentido.

La toma de información se ejecuta en 24 corredores viales de la ciudad, monitoreados en un día típico (martes, miércoles o jueves), para un tiempo comprendido entre el 18 de enero y el 2 de mayo de 2017, según lo establecido en el contrato de consultoría 1268 de 2016.

Los períodos de la recopilación de información corresponden a la mañana (06:00 a 09:00), mediodía (11:00 a 14:00) y tarde (16:00 a 20:00) en donde se discriminaron por tipo de vehículo, en transporte particular, transporte público individual y vehículos de transporte público colectivo de pasajeros.

Gráfico 13. Definición tiempos de recorrido



Fuente: El Autor

Lugares de toma de información: Según lo establecido, la toma de información de los tiempos de recorrido para el transporte particular, transporte público e individual y colectivo se realiza en 24 corredores representativos de la ciudad.

En la Tabla 5. se indican los puntos específicos de toma de información.

Tabla 4. Listado de corredores toma de información

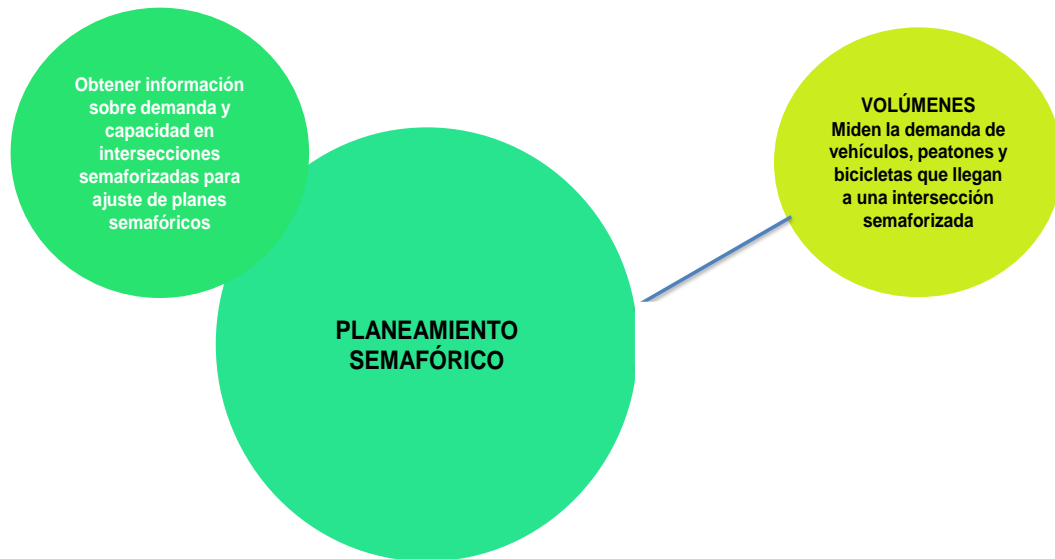
NODO Y/O ID	VIA	LOCALIZACIÓN Y/O TRAMO
1	AC 170	AK 72 - AK 7
3	AVENIDA TRANSVERSAL DE SUBA	AK 115 (CIUDADELA CAFAM) - AC 80
4	AC 80	KR 119 - AK 24
5	AC 68	KR110 - KR17
6	AC 53	AK 13 - AK 68
7	AC 26	KR 110BIS - AK 10
8	AVENIDA ESPERANZA	KR 100 – AK 40
9	AC 19	AC20 - KR3
10	AC 13	KR 122 - AK 18
11	AVENIDA DE LAS AMERICAS	KR 78 H - AK 14
12	AVENIDA PRIMERO DE MAYO	KR86 - KR6
13	AVENIDA CIUDAD DE CALI	AC 43 SUR - AC 153
14	AVENIDA BOYACA	CL169B –YOMASA*
15	AK68 Y AC100	AC 45A SUR-AK 7
16	AV NQS	AC 170 - CL 60 S
17	AK 19	AC 161 – AC 100
18	KR 13 Y KR 17	AC 72 - AC 26
26	AK 11	AC 127 – AC 72
27	AK 15	AC 127 – AC 72
20	AT NORTE Y AV CARACAS**	AC 209 – DG 78 BIS S
21	AK 10	CL 28 – CL 32 S
22	AK 7	AC 170 – CL 34
23	AVENIDA CIRCUNVALAR	AC 92 - CL 30B
24	AC 127	AK 7- AK 72

Fuente: TPD Ingeniería S.A

Con la información recopilada, se procede a descargar los datos registrados en los dispositivos de posicionamiento global (GPS) utilizados en el estudio TRVM en un ordenador. Toda la información descargada del GPS queda grabada en el ordenador, donde se puede visualizar los recorridos realizados por el GPS.

Los GPS se encuentran configurados para que cada 5 segundos, aproximadamente, generen un punto de interés en el que muestra la información de la hora de reporte y velocidad puntual entre cada punto creado, la altura en m.s.n.m para cada punto, la distancia entre cada intervalo, los puntos de control del corredor en los que ha circulado, la dirección, las coordenadas de cada punto registrado y también crea un campo llamado “tiempo de espera en segundos”.

3.2 COMPONENTE PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO



Los ensayos a realizar para el componente de planeamiento semafórico buscan medir la demanda de vehículos, peatones y bicicletas que llegan a la intersección semafórica, así como la capacidad de la misma.

Para la ejecución de este componente se realizan 5 tipos de estudio:

- Volúmenes Arribos a la intersección
- Porcentaje direccionales y composición vehicular
- Giros exclusivos con cola
- Aforo de peatones
- Aforo de Bicicletas

En este componente se ejecutaron para 30 intersecciones de diferentes sectores de la ciudad, en un período de tiempo de 14 horas que comprende desde las 6:00 a.m. a las 20:00 p.m, diferenciando la información por acceso y tipología vehicular según lo establecido en el contrato de consultoría 1268 de 2016. En estos puntos se realizaron cada uno de los estudios necesarios para el procesamiento de la información correspondiente al planeamiento semafórico.

A continuación, en la Tabla 6. se presenta el listado con cada una de las estaciones aforadas. En el Anexo A se muestra mapa de localización de las intersecciones semaforizadas.

Tabla 5. Listado de intersecciones toma de información

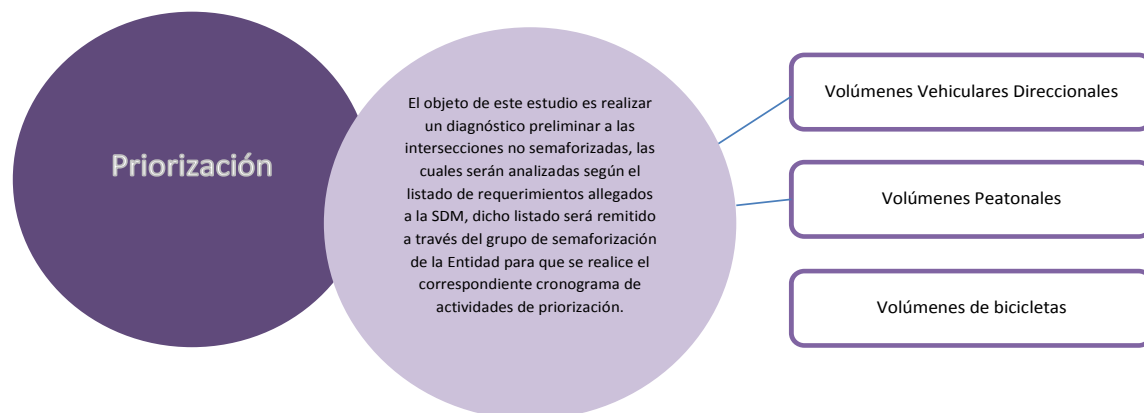
NODO	INTERSECCIÓN	FECHA
7279	AC_132_X_KR_106	2017/04/23
14672	AC_80_X_TV_94L	2017/04/22
37526	AC_43_S_X_KR_79	2017/03/07
34309	AC_13_X_KR_47	2017/04/21
27154	KR_9_X_AC_63	2017/02/13
26393	KR_13_X_CL_66	2017/03/27
42417	KR_80_X_CL_63_S	2017/03/08
42417	KR_79C_X_CL_63_S	2017/03/08
42417	KR_79C_X_CL_65_S	2017/03/08
37941	TV_73D_X_CL_40_S	2017/03/06
45650	AK_71B_X_CL_57B_S	2017/03/06
38783	TV_78H_X_AC_43_S	2017/03/07
25810	AK_68_X_AC_53	2017/04/21
50830	KR_16_X_CL_17_S	2017/03/16
49022	KR_10_X_CL_1	2017/03/15
51527	KR_10_X_CL_11_S	2017/03/15
48781	KR_3_E_X_CL_6	2017/03/16
41502	KR_10_X_CL_22	2017/03/21
41502	KR_12_X_CL_22	2017/03/21
50507	KR_10_X_CL_4_S	2017/03/21
41507	KR_7_X_CL_23	2017/03/27
41507	KR_7_X_CL_22	2017/03/27
40767	KR_10_X_CL_24	2017/04/03
41203	KR_13_X_CL_22	2017/04/03
41203	KR_13_X_CL_20	2017/04/03
52129	AC_68_S_X_AK_51	2017/02/17
55088	KR_10_X_CL_27_S	2017/03/11
55088	KR_10_X_CL_27_S	2017/03/12
55088	KR_10_X_CL_27_S	2017/03/13
57124	KR_10_X_CL_34_S	2017/03/14

Fuente: TPD Ingeniería S.A

Durante el periodo de aforo los vehículos se deben contar en vehículos mixtos (autos, buses, camiones, Transmilenio, motos, y bicicletas), en intervalos de 15 minutos durante el tiempo requerido por la entidad.

Para aquellas intersecciones en donde se presentaron calzada exclusiva de transporte masivo (Transmilenio), se discrimina el arribo de los vehículos en bus padrón, articulado y biarticulado.

3.3 COMPONENTE PRIORIZACIÓN DE INTERSECCIONES A SEMAFORIZAR



Este estudio tiene como objeto realizar un análisis preliminar a 10 intersecciones no semaforizadas, para este estudio se realizan aforos de volúmenes vehiculares, volúmenes peatonales y de bicicletas de la intersección en un día representativo, la toma de la información se realiza en períodos de 16 horas establecidos de las 5:00 a.m a las 21:00 p.m, con el fin de implementar la evaluación del cumplimiento de los requisitos para la instalación de semáforos de tiempos fijos o predeterminados definidas en el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte.

En el componente de priorización de intersecciones se hace aforos para volúmenes direccionales vehiculares, aforo de volúmenes peatonales y volúmenes de bicicletas diferenciando la información por acceso y tipología vehicular.

A continuación, se presenta el listado con cada una de las intersecciones en donde se hizo la toma de información. En el Anexo B., se muestra mapa de localización de las intersecciones no semaforizadas.

Tabla 6. Listado de intersecciones toma de información

NODO	INTERSECCIÓN	FECHA
60673	CL_53_S_X_KR_11	2017/02/14
60527	CL_53_S_X_KR_11A	2017/02/14
60517	CL_52_S_X_KR_11	2017/02/07
60387	KR_11A_X_CL_52_S	2017/02/07
60383	CL_53_S_X_KR_11B	2017/02/14
60192	CL_52_S_X_KR_11B	2017/02/07
60170	KR_12_X_CL_53_S	2017/02/14
59941	CL_52_S_X_KR_12	2017/02/07
43060	CL_59_S_X_KR_78J	2017/02/15
39420	AC_43_S_X_KR_78F	2017/02/15

Fuente: TPD Ingeniería S.A

La toma de información recolectada en campo pasa por un proceso de depuración y análisis de la información. El procesamiento de la información se diferencia por acceso, para los resultados de volúmenes vehiculares, peatonales y de bicicletas. De igual manera se determina el volumen en la hora de máxima demanda (VHMD), composición vehicular y el porcentaje por acceso para cada uno de los estudios.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para cada uno de los componentes se presentan una serie de resultados obtenidos después del procesamiento de la información en cada uno de los puntos solicitados por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, estos sitios fueron establecidos de acuerdo a lo señalado en el Contrato de Consultoría 1268 de 2016.

4.1 COMPONENTE MONITOREO BÁSICO

4.1.1 Volúmenes en estaciones maestras básicas.

Uno de los aspectos importantes a analizar dentro del monitoreo es el comportamiento de los volúmenes vehiculares a través del tiempo.

Para el análisis de las maestras básicas se toma información de la base de datos de los diferentes estudios realizados, para el actual monitoreo y aquellos monitoreos que se realizaron de manera periódica, correspondientes a los años 2014, 2015, 2016.

Dentro de los puntos representativos de la ciudad conocer la variación de los volúmenes vehiculares es de gran importancia ya que permite tener un patrón de continuidad a través del tiempo, conociendo los diferentes comportamientos en donde se pueda llegar a observar los puntos de mayor generación de tránsito.

A continuación, en la Tabla 5 se presenta un resumen de todas las intersecciones con los principales resultados luego de hacer el procesamiento de la información para cada uno de los puntos determinándose el volumen total de vehículos mixtos, factor de hora pico y hora de máxima demanda para cada uno de los períodos de la toma de información.

Tabla 7. Volúmenes vehiculares de Tránsito en Estaciones Maestras

INFORMACIÓN GENERAL			RESUMEN TOTAL AFORADO	HMD PERIODO 1			HMD PERIODO 2			
INTERSECCIÓN	FECHA	PERÍODO DE AFORO	MIXTOS TOTAL TOMA	HMD	MIXTOS	FHP	HMD	MIXTOS	FHP	HMD
KR_10_X_CL_19	2017/01/24	05:00-23:00	76,743	07:15-08:15	5,634	0.96	15:00-16:00	5,199	0.97	17:00-18:00
AK_45_X_AC_127	2017/02/28	05:00-23:00	310,771	05:45-06:45	19,003	0.97	13:45-14:45	20,391	0.98	17:00-18:00
AK_45_X_AC_170	2017/03/02	05:00-23:00	267,143	05:30-06:30	16,562	0.94	13:30-14:30	16,920	0.96	17:15-18:15
AK_14_X_AC_53	2017/03/01	05:00-23:00	89,667	07:00-08:00	6,365	0.97	11:30-12:30	5,627	0.97	17:15-18:15
AK_72_X_AC_72	2017/04/18	05:00-23:00	234,002	06:45-07:45	17,707	0.98	13:30-14:30	13,886	0.99	17:30-18:30
AC_45A_S_X_AK_68	2017/04/25	05:00-23:00	198,828	06:00-07:00	15,278	0.89	12:30-13:30	11,283	0.96	17:30-18:30
AK_86_X_AC_17	2017/04/27	05:00-23:00	233,631	06:00-07:00	15,944	0.96	15:45-16:45	13,058	0.93	17:30-18:30
AC_20_X_TV_39BISA	2017/05/02	05:00-23:00	136,109	07:15-08:15	10,439	0.93	11:00-12:00	8,228	0.98	17:15-18:15
AK_68_X_AC_26	2017/02/01	05:00-23:00	338,376	07:00-08:00	24,985	0.99	14:00-15:00	22,019	0.98	17:15-18:15
KR_14_X_CL_84_S	2017/02/08	05:00-21:00	46,724	06:00-07:00	3,996	0.96	13:00-14:00	2,778	0.96	18:00-19:00

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

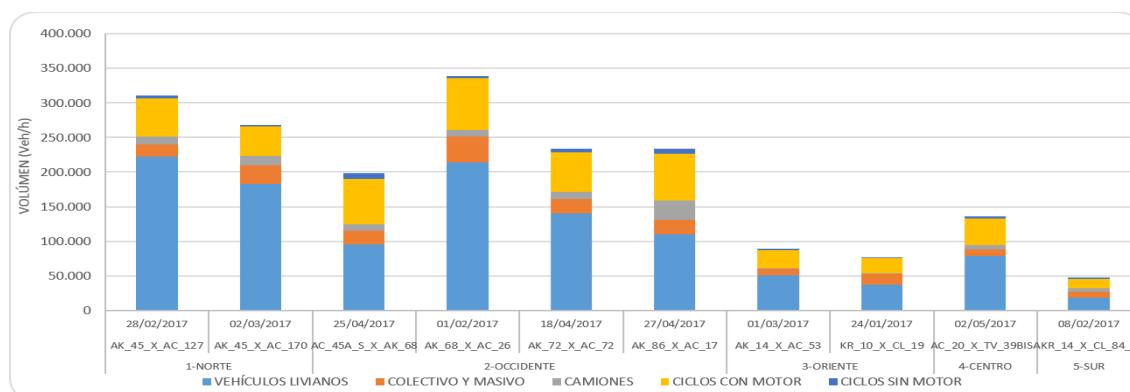
En el se presenta tabla con los resultados para volúmenes de tránsito para cada una de las maestras en estudio.

RESULTADOS ESTACIONES MAESTRAS VOLÚMENES VEHICULARES:

Con los resultados presentados en la Tabla 8., se obtiene el Grafico 14, en donde se observa que la estación que moviliza el mayor volumen es la AK_68_X_AC_26, aforada el 01 de febrero de 2017, seguida por la AK_45_X_AC_127 y por la AK_45_X_AC_170, intersecciones con la mayor participación de vehículos livianos, valores que oscilan entre el 63,1% y el 71,4%. El punto que reporta más transporte público colectivo es la AK_68_X_AC_26 con 38.058 vehículos de este tipo, sin embargo, la AK_10_X_AC_19, por su ubicación en el centro de la ciudad, es la que más aporte de TPC registra con un 20,5% del total de la intersección aforada.

La maestra correspondiente a la AK_68_X_AC_26 que, por condiciones de su entorno como centros comerciales, Ministerio de Educación entre otras actividades genera un mayor volumen vehicular principalmente de livianos y ciclos con motor al compararla con la maestra de la AK_45_X_AC_127 siendo una de las que genera un mayor volumen vehicular.

Gráfico 14. Comparativo de Volúmenes Vehiculares entre Estaciones Maestras



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

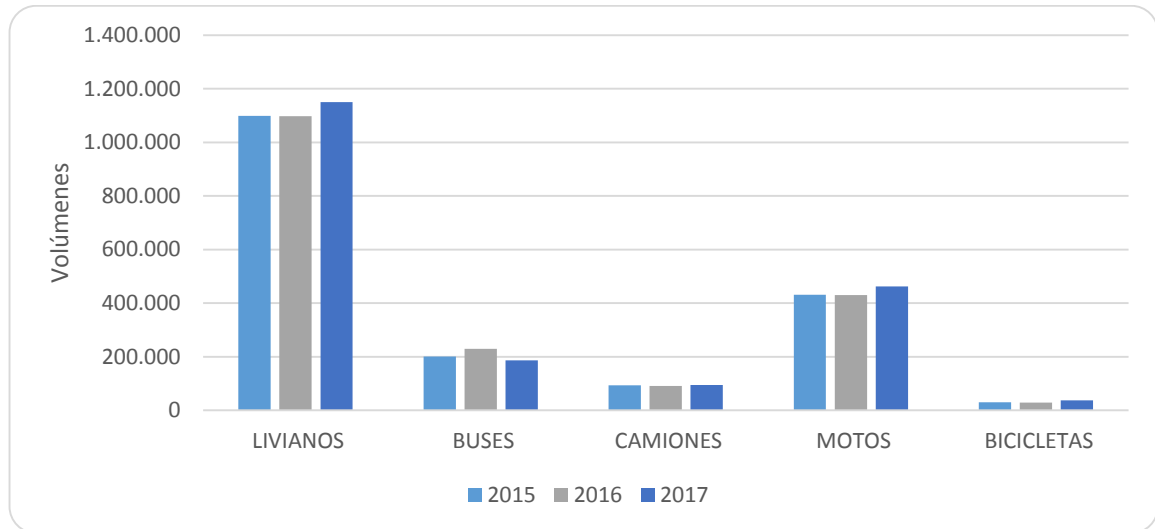
El mayor volumen de camiones presentado en las diferentes maestras se tiene en la AK_86_X_AC_17 con 27.519 vehículos de carga, este volumen de vehículos se presenta por motivos de la zona ya que a sus alrededores se encuentran establecimientos como frigoríficos y tiendas de materiales de construcción. Por otra parte, los ciclos con motor toman importancia en el centro y sur de la ciudad con más del 27,0% de participación sobre los volúmenes totales. La intersección de la AC_45A_S_X_KR_68 registra el mayor número de ciclos sin motor esta corresponde a la zona 2-Occidente, con un total de 8.941 ciclos sin motor que corresponden al 4,5% del total de la intersección.

COMPARATIVO HISTÓRICO VOLÚMENES VEHICULARES

Es de gran importancia presentar un comparativo de volúmenes vehiculares y ocupación visual tanto de transporte público colectivo como de individual para cada una de las diez (10) estaciones maestras, TPD Ingeniería cuenta con la información necesaria para hacer esta comparación, apoyado sobre información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad, a continuación, se presenta resultados obtenidos en las estaciones maestras para cada uno de los días de estudio.

En el Gráfico 15 se observa que la mayor variación reflejada en los resultados del primer semestre del 2017 se tiene para la estación de la AK86XAC17 con el 10,6%, seguida por la AK45XAC170 con el 6,7%, luego por la AC45ASXAK68 con el 5,8% y por la AK72XAC72 con el 5,2% y las demás intersecciones con valores que oscilan entre el -0,8% y el 0,9%.

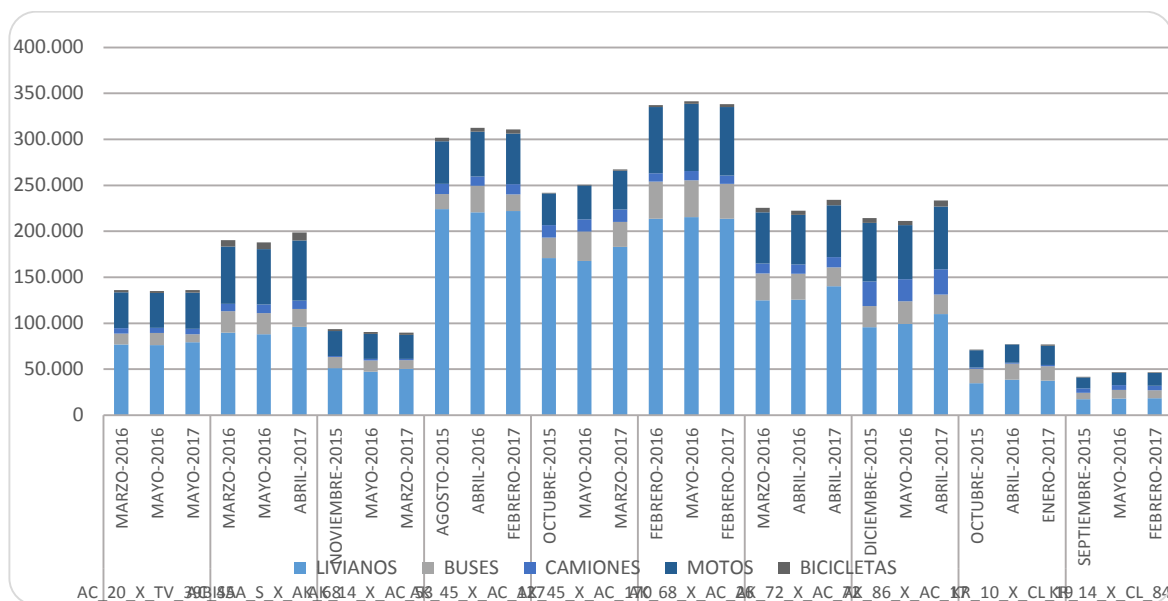
Gráfico 15. Comparativo de volúmenes por tipo de vehículo



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Si el comparativo se realiza a nivel ciudad, se observa en el Gráfico 15, que el volumen de vehículos livianos presenta una leve disminución entre el 2015 y el 2016 (-0.2%) a diferencia del 2017 donde se incrementa en un 4,8% con respecto al escenario anterior pasando de 1.096.890 a 1.149.982 livianos aforados en las 10 estaciones maestras. En cuanto al transporte público colectivo, se evidencia un aumento del 14,0% entre el 2015 y el 2016 y luego una caída del 18,3% para el 2017, pasando de 229.003 a 187.102 vehículos de TPC. Por otra parte, los camiones disminuyen un 2,7% en el 2016 y luego aumentan un 4,9% en el 2017 hasta alcanzar los 94.975 vehículos de carga. La mayor variación la reportaron las bicicletas con un incremento del 32,3% en el último año, subiendo de 28.424 a 37.598; seguidas por las motocicletas con el 7,5% que pasó de 430.038 a 462.337.

Gráfica 16. Comparativo Histórico de Volúmenes



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

4.1.2 Frecuencia y ocupación visual del transporte público colectivo e individual en estaciones maestras básicas

A continuación, en la Tabla 9 se presenta resumen del total de las intersecciones con los principales resultados luego de hacer el procesamiento de la información para el transporte público colectivo como individual, en donde se calcula la intersección aforada, fecha y periodo de la toma, volumen total, oferta de cupos, pasajeros transportados, porcentaje de ocupación y nivel de ocupación.

En el Anexo D. se presenta tabla con los resultados totales de la toma de información para Frecuencia y Ocupación Visual en cada una de las maestras en estudio.

Tabla 8. Frecuencia y ocupación visual del TPC en Estaciones Maestras

INFORMACIÓN GENERAL			TOTAL INTERSECCIÓN				
INTERSECCIÓN	FECHA	PERÍODO DE AFORO	VOLUMEN TOTAL	OFERTA DE CUPOS	PASAJEROS TRANSPORTADOS	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN PROMEDIO	NIVEL DE OCUPACIÓN
AK_68_X_AC_26	2017/02/01	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	7,079	331,235	190,997	57.66	D
AK_14_X_AC_53	2017/03/01	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	453	15,997	7,565	47.29	C
AK_45_X_AC_170	2017/03/02	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,234	187,166	92,159	49.24	C
AK_45_X_AC_127	2017/02/28	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	1,922	84,185	45,672	54.25	D
AK_72_X_AC_72	2017/04/18	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	5,587	269,318	136,579	50.71	D
AK_86_X_AC_17	2017/04/27	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	5,322	223,076	130,697	58.59	D
AC_45A_S_X_AK_68	2017/04/25	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,980	200,356	105,133	52.47	D
AC_20_X_TV_39BISA	2017/05/02	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,307	164,632	80,506	48.90	C
KR_14_X_CL_84_S	2017/02/08	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,561	197,041	106,406	54.00	D
KR_10_X_CL_19	2017/01/24	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	6,251	306,310	116,973	38.19	C

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

En cuanto a la ocupación visual del transporte público individual los resultados obtenidos se presentan a continuación en una tabla resumen, con información relacionada a la oferta y demanda de taxis, porcentaje de ocupación, sillas ofrecidas, sillas ocupadas y el número de pasajeros por vehículo ocupado.

Tabla 9. Frecuencia y ocupación visual del TPI en Estaciones Maestras

INFORMACIÓN GENERAL			VACIOS	OFERTA DE TAXIS	DEMANDA DE TAXIS	PORCENTAJE DE OCUPACIÓN	SILLAS OFRECIDAS EN TPI	SILLAS OCUPADAS EN TPI	PORCENTAJE DE SILLAS OCUPADAS	PAS/VEH EN TPI OCUPADO
INTERSECCIÓN	FECHA	PERÍODO DE AFORO								
AK_68_X_AC_26	2017/02/01	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	8,883	28,207	19,324	68.51	112,828	24,903	22.07	1.29
AK_14_X_AC_53	2017/03/01	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	2,455	7,652	5,197	67.92	30,608	6,919	22.61	1.33
AK_45_X_AC_170	2017/03/02	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	5,142	13,598	8,456	62.19	54,392	11,475	21.10	1.36
AK_45_X_AC_127	2017/02/28	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,996	15,385	11,389	74.03	61,540	14,316	23.26	1.26
AK_72_X_AC_72	2017/04/18	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	5,824	14,034	8,210	58.50	56,136	10,408	18.54	18.54
AK_86_X_AC_17	2017/04/27	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	3,897	10,073	6,176	61.31	40,292	8,123	20.16	20.16
AC_45A_S_X_AK_68	2017/04/25	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	7,134	13,607	6,473	47.57	54,428	9,088	16.70	16.70
AC_20_X_TV_39BISA	2017/05/02	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	2,670	10,545	7,875	74.68	42,180	10,512	24.92	24.92
KR_14_X_CL_84_S	2017/02/08	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	1,709	3,002	1,293	43.07	12,008	2,261	18.83	18.83
KR_10_X_CL_19	2017/01/24	05:00-08:00, 11:00-14:00 Y 17:00-20:00	2,975	7,619	4,644	60.95	30,476	6,570	21.56	21.56

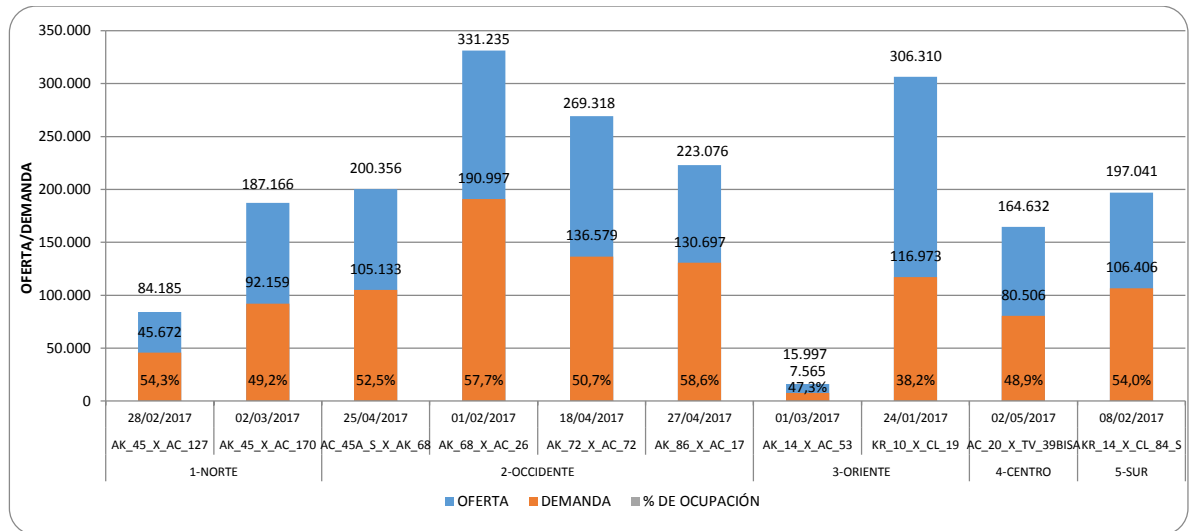
Fuente: TPD Ingeniería S.A.

RESULTADOS ESTACIONES MAESTRAS OCUPACIÓN VISUAL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO

Con los resultados obtenidos para el TPC En el Gráfico 16. se observa que la estación con mayor oferta de transporte público colectivo es la AK_68_X_AC_26, aforada el 01 de febrero de 2017, seguida por la KR_10_X_CL_19 y por la AK_72_X_AC_72, con 331.235, 306.310 y 269.318 cupos ofertados en las nueve (9) horas de aforo, respectivamente. La mayor demanda se concentra en la zona

occidente, más específicamente en la AK_68_X_AC_26, en la AK_72_X_AC_72 y en la AK_86_X_AC_17, con valores que oscilan entre los 130.697 y los 190.997 pasajeros transportados. Adicionalmente, se muestra que el mayor porcentaje de ocupación se reporta para la intersección de la AK_86_X_AC_17 con el 58,6% de la capacidad.

Gráfico 16. Comparativo de Ocupación Visual en TPC entre Estaciones Maestras



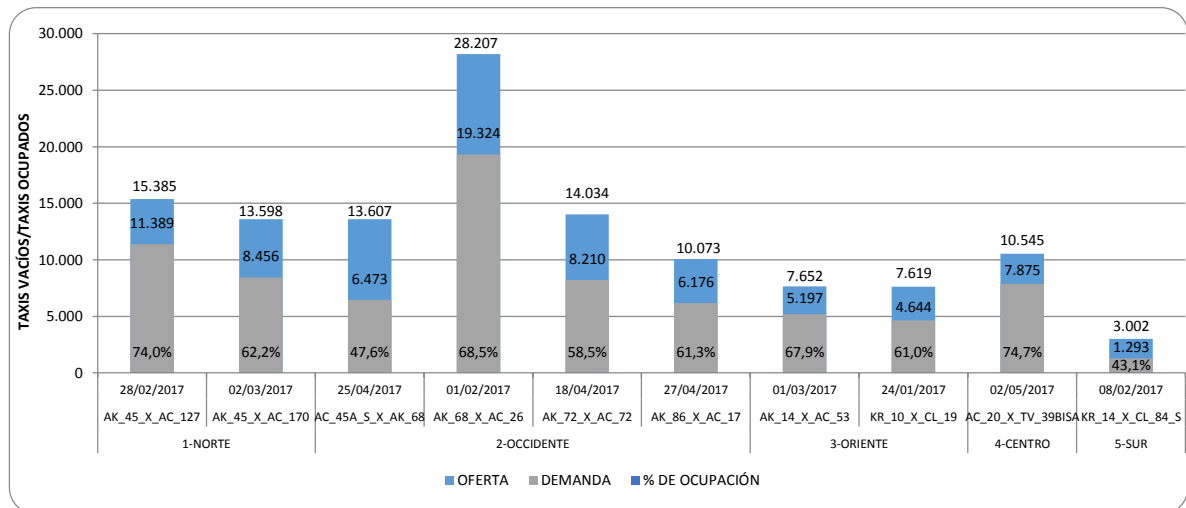
Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Estos resultados arrojados de la maestra correspondiente a la AK_68_X_AC_26 se presentan debido a que, por escenarios de su entorno como centros comerciales, Ministerio de Educación entre otras actividades genera una mayor concentración de la demanda del transporte.

RESULTADOS ESTACIONES MAESTRAS OCUPACIÓN VISUAL TRANSPORTE PÚBLICO INDIVIDUAL

En el Gráfico 17 se observa que las estaciones con mayor oferta de transporte público individual son AK_68_X_AC_26, AK_45_X_AC_127 y AK_72_X_AC_72, con 28.207, 15.385 y 14.034 taxis ofertados en las nueve (9) horas de aforo, respectivamente. La mayor demanda se concentra en la AK_68_X_AC_26 con 19.324 taxis ocupados, seguida por la AK_45_X_AC_127 con 11.389 y por la AK_45_X_AC_170 con 8.456. Adicionalmente, se muestra que la intersección de la KR_14_X_CL_84_S es la que reporta el menor volumen de taxis con 3.002 de los cuales, apenas el 43,1% se encuentran ocupados.

Gráfico 17. Comparativo de Ocupación Visual en TPI entre Estaciones Maestras



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

La maestra de la AK_68_X_AC_26 al ser una zona industrial y con presencia de diferentes establecimientos comerciales presenta el mayor número de taxis ofertados y ocupados.

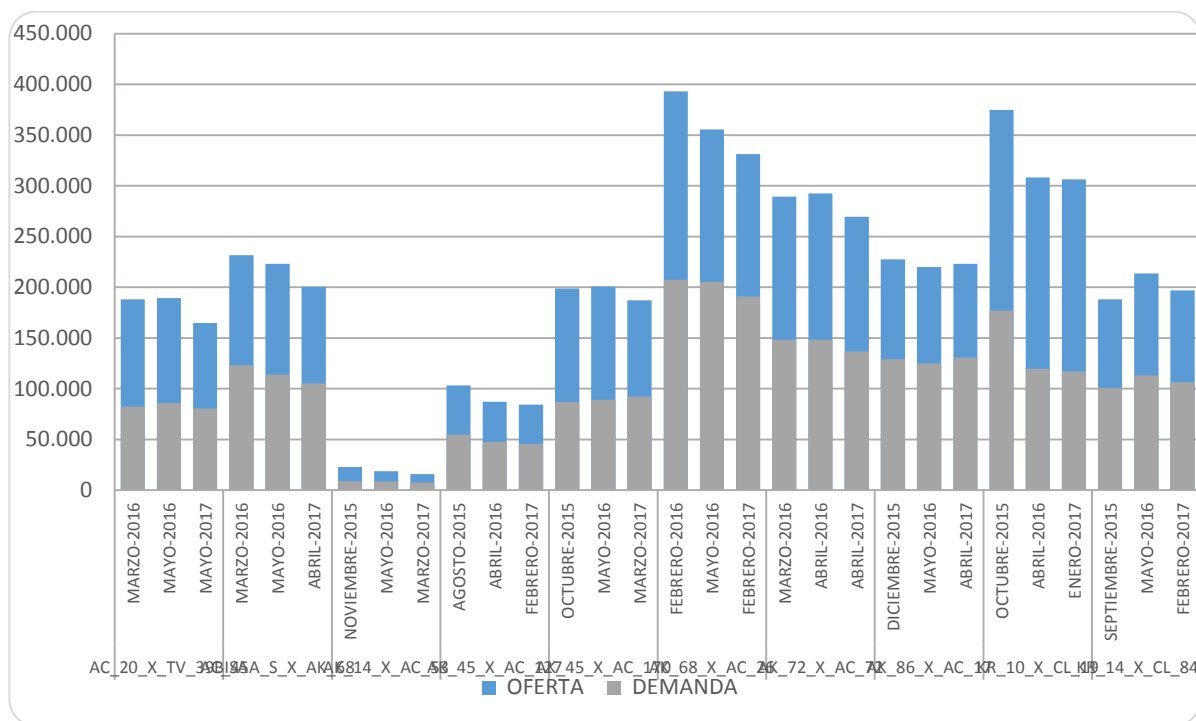
COMPARATIVO HISTÓRICOS FRECUENCIA Y OCUPACIÓN VISUAL TPC Y TPI

TPD Ingeniería cuenta con la información necesaria para hacer esta comparación, apoyado sobre información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad, a continuación, se presenta resultados obtenidos en las estaciones maestras para cada uno de los periodos de estudio.

- OCUPACIÓN VISUAL EN TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO (TPC)

En el Gráfico 18. se observa que en la última toma de información la oferta de transporte público colectivo disminuyó para todas las estaciones excepto para la AK86XAC17 donde se incrementó en un 1,5%. La mayor caída en la oferta se presentó en la intersección de la AK14XAC53 con el 14,7%, seguida por la AC20XTV39BISA con el -13,0% y por la AC45ASXAK68 con el -10,1%. Por otra parte, la demanda de transporte público colectivo aumentó en un 4,5% en la estación de la AK86XAC17 y en un 3,5% en la AK45XAC170; mientras que en las demás intersecciones cayó, siendo el caso más crítico el de la AK14XAC53 con un 13,5%.

Gráfico 18. Comparativo Histórico de Oferta y Demanda de TPC



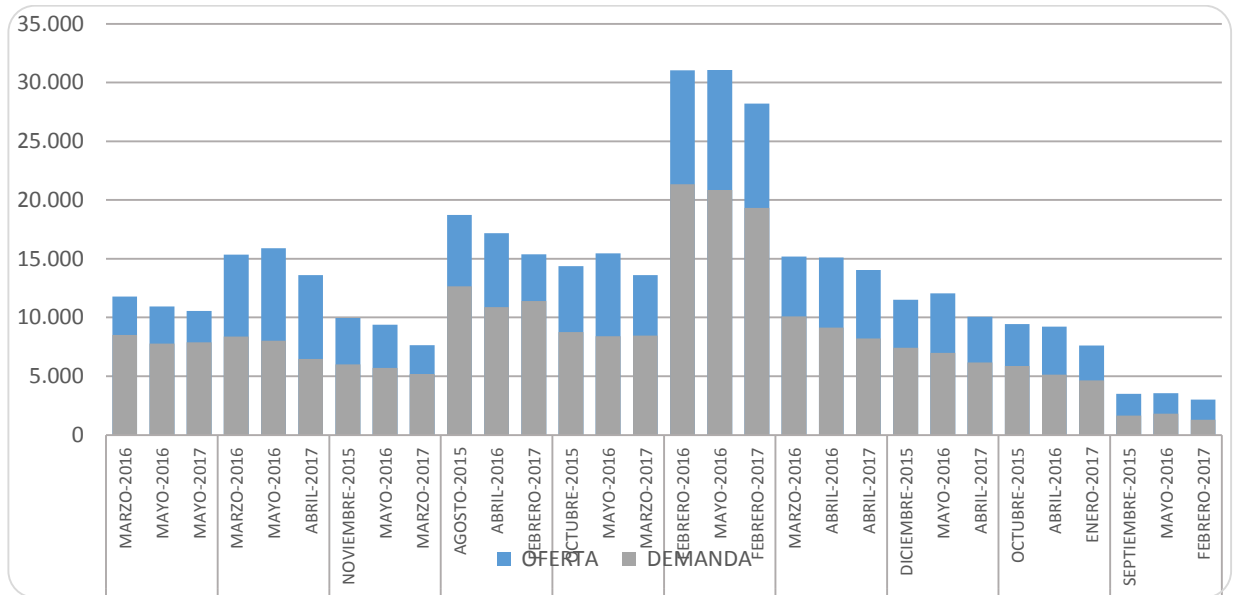
Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Como se observa en el Gráfico 18., la oferta y la demanda de transporte público colectivo han disminuido; los cupos ofertados en las diez estaciones maestras aforadas cayeron de 2.216.966 en el año 2015 a 2.108.760 (4,9%) en el 2016 y a 1.979.316 (6,1%) en el 2017. La cantidad de pasajeros transportados también reporta una disminución importante durante los dos últimos años, pasando de 1.118.948 en el 2015 a 1.056.676 (5,6%) en el 2016 y posteriormente a 1.012.687 (4,2%) en el 2017, es posible que estos cambios se presenten debido a que los usuarios cuentan con la posibilidad de hacer uso de otros modos de transporte como la bicicleta o el transporte particular.

- OCUPACIÓN VISUAL EN TRANSPORTE PÚBLICO INDIVIDUAL (TPI)

El Gráfico 19. muestra una caída en la oferta de taxis para todas las estaciones, con valores que oscilan entre el 3,6% para la AC20XTV39BISA y el -18,5% para la AK14XAC53. Adicionalmente, se observa que la demanda de taxis aumenta en las intersecciones de la AK45XAC127, de la AC20XTV39BISA y de la AK45XAC170 con el 4,7%, el 1,3% y el 0,6%, respectivamente. La mayor disminución en los taxis ocupados se vio en la maestra de la KR14XCL84S con el -28,6%, seguida por la AC45ASXAK68 con el 19,2% y por la AK86XAC17 con el 11,7%.

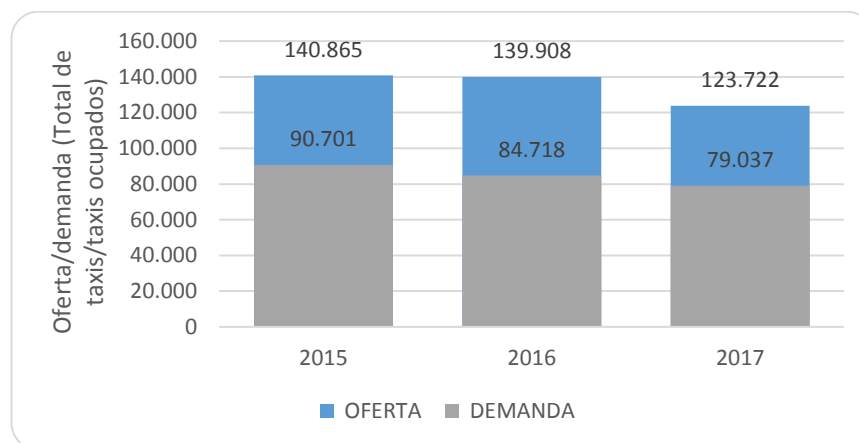
Gráfico 19. Comparativo Histórico de Oferta y Demanda de TPI



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Como se observa en la Gráfica 20., la oferta y la demanda de transporte público individual han disminuido; el número de taxis disponibles en las diez estaciones maestras aforadas cayó de 140.865 en el año 2015 a 139.908 (0,7%) en el 2016 y a 123.722 (11,6%) en el 2017. La cantidad de taxis ocupados también reporta una disminución importante durante los dos últimos años, pasando de 90.701 en el 2015 a 84.718 (6,6%) en el 2016 y posteriormente a 79.037 (6,7%) en el 2017, es claro que al observar estos resultados los usuarios optan por hacer uso de otros modos de transporte, ya sea mediante la utilización de auto particular o el uso de la bicicleta, mejorando así su calidad de vida.

Gráfico 20. Comparativo de oferta y demanda en TPI



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

4.1.3 Velocidades y tiempos de recorrido TP-TPC-TPI

El objetivo del estudio es determinar la velocidad media de circulación de los vehículos en la ciudad. La velocidad media de recorrido es una variable para establecer la eficiencia del sistema de transporte, tanto particular como público y su conocimiento es fundamental para implementar proyectos del plan de movilidad de la ciudad.

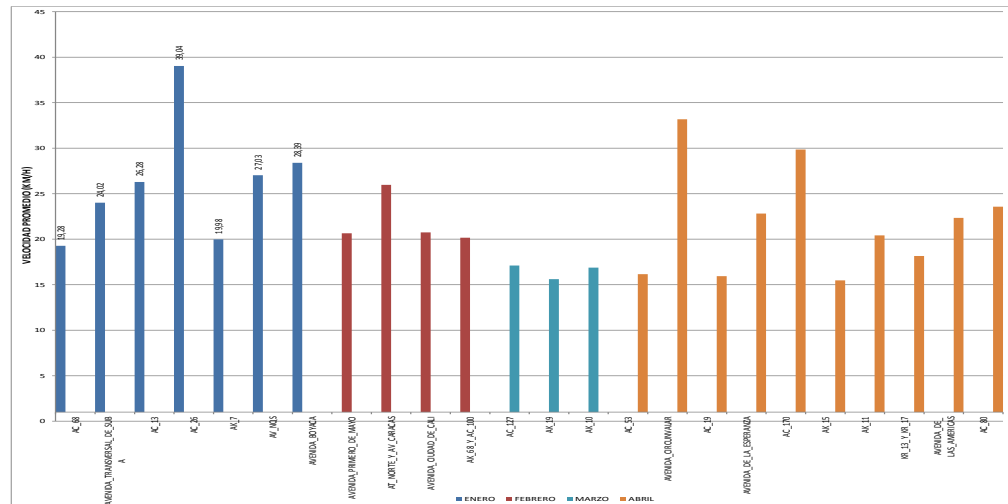
En el Anexo E se presenta tabla de resultados velocidades para cada uno de los corredores en estudio discretizado por velocidad media de recorrido, periodo, sentido y tramo.

RESULTADOS VELOCIDADES Y TIEMPOS DE RECORRIDO TRANSPORTE PARTICULAR, PÚBLICO E INDIVIDUAL

VELOCIDADES VEHÍCULOS PARTICULARES

En el Gráfico 21, se presenta el comportamiento mensual de las velocidades para los vehículos particulares de la toma de información realizada en día típico. La Avenida Calle 26 presenta las mayores velocidades de 39,04 Km/h en el mes de enero de 2017; seguido por el corredor de la Avenida Circunvalar que presentan velocidades de 33,18 Km/h durante el mes de abril de 2017. Los corredores que presentan las velocidades más bajas son la Avenida Carrera 15 con 15,48 Km/h en abril de 2017 y la Avenida Carrera 19 con 15,61 Km/h del mes de marzo.

Gráfico 21. Comportamiento mensual de velocidad en vehículos particulares - días típicos



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Se presenta en la Tabla 10 el resumen por mes, por sentido y por franja de toma de información, para vehículos particulares para el día típico.

El mes que presenta la velocidad promedio ponderada más alta es enero con 28,39 Km/h donde se realizaron siete corredores estos resultados se deben a que por temporada de vacaciones se puede presentar cierto alivio a la hora de transitar por los diferentes corredores viales. El mes que presenta la velocidad mínima es marzo con 16,53 Km/h donde se realizó la toma de información a tres corredores en la ciudad.

Tabla 10. Resumen promedio de velocidades para transporte particular – día típico

MES	CORREDOR	VELOCID AD TPA AM NS-WE	VELOCID AD TPA M NS-WE	VELOCIDA D TPA PM NS-WE	VELOCID AD TPA AM SN-EW	VELOCID AD TPA M SN-EW	VELOCIDA D TPA PM SN-EW
ENERO	AC_68	19,24	18,63	21,35	25,05	16,48	14,92
	AVENIDA_TRANSVERSAL_DE_ SUBA	17,24	26,79	26,52	28,02	24,86	20,66
	AC_13	21,85	22,70	29,45	28,18	28,66	26,85
	AC_26	38,07	32,73	41,63	50,08	37,63	34,10
	AK_7	17,61	19,14	20,04	24,19	21,02	17,90
	AV_NQS	25,11	26,96	26,48	28,16	29,32	26,16
	AVENIDA_BOYACA	30,74	26,91	26,72	29,39	27,32	29,30
	TOTALES	30,74	26,91	26,72	29,39	27,32	29,30
		28,12			28,67		
28,39							
FEBRERO	AVENIDA_PRIMERO_DE_MAYO	19,18	20,92	19,33	26,11	20,25	18,10
	AT_NORTE_Y_AV_CARACAS	21,30	28,75	28,21	22,45	30,08	25,06
	AVENIDA_CIUDAD_DE_CALI	22,84	20,70	19,71	17,96	23,62	19,67
	AK_68_Y_AC_100	25,15	19,38	18,07	16,08	22,33	19,96
	TOTALES	23,10	22,94	21,99	18,83	25,34	21,56
		22,68			21,91		
22,30							
MARZO	AC_127	17,92	16,30	15,37	22,06	16,15	14,89
	AK_19	10,77	13,62	15,89	21,70	17,18	14,49
	AK_10	24,27	15,51	14,23	14,31	14,27	18,64
	TOTALES	17,65	15,14	15,16	19,36	15,87	16,01
		15,99			17,08		
16,53							
ABRIL	AC_53	14,76	15,73	16,53	20,40	15,85	13,72
	AVENIDA_CIRCUNVALAR	32,64	37,27	34,50	34,02	35,38	25,24
	AC_19	15,82	13,78	16,66	18,39	14,81	16,15
	AVENIDA_DE_LA_ESPERANZA	18,56	21,15	23,33	28,22	23,41	22,26
	AC_170	28,96	28,83	24,60	36,89	30,06	29,81
	AK_15	15,50	15,20	16,19	22,66	11,82	11,52
	AK_11	14,49	12,11	15,63	27,44	24,97	27,88
	KR_13_Y_KR_17	23,51	17,60	16,56	17,03	17,04	17,16
	AVENIDA_DE_LAS_AMERICAS	15,47	23,81	26,20	26,10	23,11	19,38
	AC_80	16,99	22,81	26,13	29,77	25,70	20,06
	TOTALES	19,67	20,83	21,63	26,09	22,21	20,32
		20,71			22,87		
		21,79					

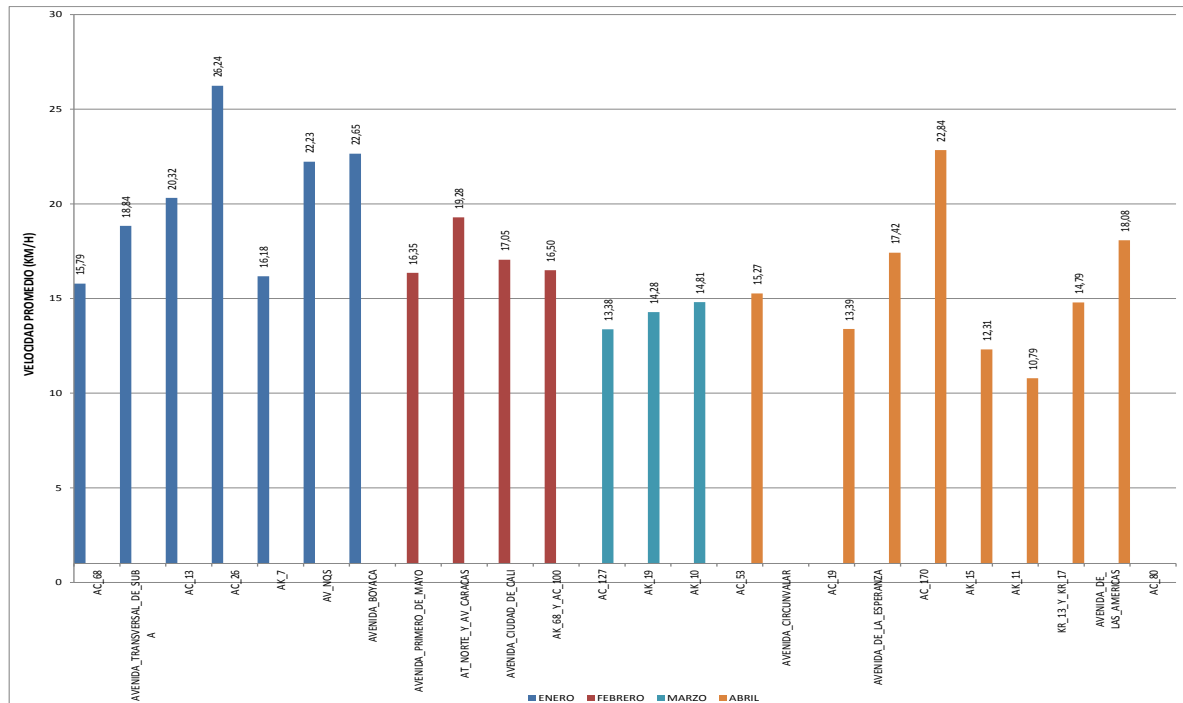
Fuente: TPD Ingeniería S.A.

- VELOCIDADES TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO

En el Gráfico 22., se presenta el comportamiento mensual de las velocidades para los vehículos de transporte público colectivo para el día típico durante la ejecución del contrato. Para el transporte público colectivo el corredor de la Avenida Calle 26 presenta las mayores velocidades con 26,24 km/h en el mes de enero de 2017;

seguido del corredor de la Avenida Calle 170 que presenta velocidades de 22,84 Km/h, en el mes de abril de 2014. Las velocidades mínimas se presentan en el corredor de la Avenida Carrera 11 con 10,79 Km/h en el mes de abril y en la Avenida Carrera 15 con 12,31 Km/h en el mes de abril.

Gráfico 22. Comportamiento mensual de Vel. en vehículos de TPC – Vel. para días típicos



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

En la Tabla 11 se presenta el resumen por mes, por sentido y por franja de toma de información, para vehículos de transporte público colectivo para un día típico. La velocidad promedio ponderada máxima se presenta el mes de enero de 2017 con 22,65 Km/h donde se realizó la toma de información en siete corredores. La velocidad ponderada promedio mínima se presenta en el mes de marzo de 2017 con 14,16 Km/h donde se realizó la toma de información de tres corredores.

Tabla 11. Resumen promedio de velocidades para Transporte público colectivo – día típico

MES	CORREDOR	VELOCIDAD TPC AM NS-WE	VELOCIDAD TPC M NS-WE	VELOCIDAD TPC PM NS-WE	VELOCIDAD TPC AM SN-EW	VELOCIDAD TPC M SN-EW	VELOCIDAD TPC PM SN-EW
ENERO	AC_68	13,35	15,56	17,15	20,59	15,51	12,56
	AVENIDA_TRANSVERSAL_DE_SUBA	14,48	16,77	20,66	25,76	19,04	16,30
	AC_13	17,96	16,86	22,70	21,87	22,13	20,39
	AC_26	23,21	24,06	23,23	32,42	27,22	27,29
	AK_7	16,89	15,03	15,15	19,13	17,02	13,85
	AV_NQS	25,13	21,14	20,83	18,80	24,30	23,19
	AVENIDA_BOYACA	24,36	22,74	20,33	21,53	23,60	23,33
	TOTALES	24,36	22,74	20,33	21,53	23,60	23,33
		22,48			22,82		
22,65							
FEBRERO	AVENIDA_PRIMERO_DE_MAYO	14,07	17,69	17,61	17,93	15,86	14,95
	AT_NORTE_Y_AV_CARACAS	24,02	19,70	14,87	17,08	20,50	19,53
	AVENIDA_CIUDAD_DE_CALI	17,22	20,53	16,04	14,26	19,23	15,03
	AK_68_Y_AC_100	19,62	17,19	15,21	14,15	17,04	15,75
	TOTALES	20,29	19,14	15,38	15,16	18,92	16,77
		18,27			16,95		
		17,61					
MARZO	AC_127	10,95	13,96	14,79	15,71	13,16	11,68
	AK_19	9,53	13,43	14,30	21,02	14,49	12,94
	AK_10	18,94	13,31	14,20	12,65	14,44	15,31
	TOTALES	13,14	13,57	14,43	16,46	14,03	13,31
		13,71			14,60		
		14,16					
ABRIL	AC_53	14,68	15,53	16,06	18,84	14,02	12,49
	AVENIDA_CIRCUNVALAR	-	-	-	-	-	-
	AC_19	13,02	11,54	12,63	16,48	12,87	13,80
	AVENIDA_DE_LA_ESPERANZA	13,72	17,85	18,44	20,99	18,28	15,27
	AC_170	23,67	25,62	21,65	23,80	23,73	18,56
	AK_15	12,14	13,32	14,23	14,26	10,16	9,76
	AK_11	12,71	9,65	10,00	-	-	-
	KR_13_Y_KR_17	18,36	14,57	12,45	13,42	15,66	14,29
	AVENIDA_DE_LAS_AMERICAS	14,59	22,63	20,84	19,77	16,29	14,33
	AC_80	-	-	-	-	-	-
	TOTALES	15,36	16,34	15,79	18,22	15,86	14,07
		15,83			16,05		
15,94							

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

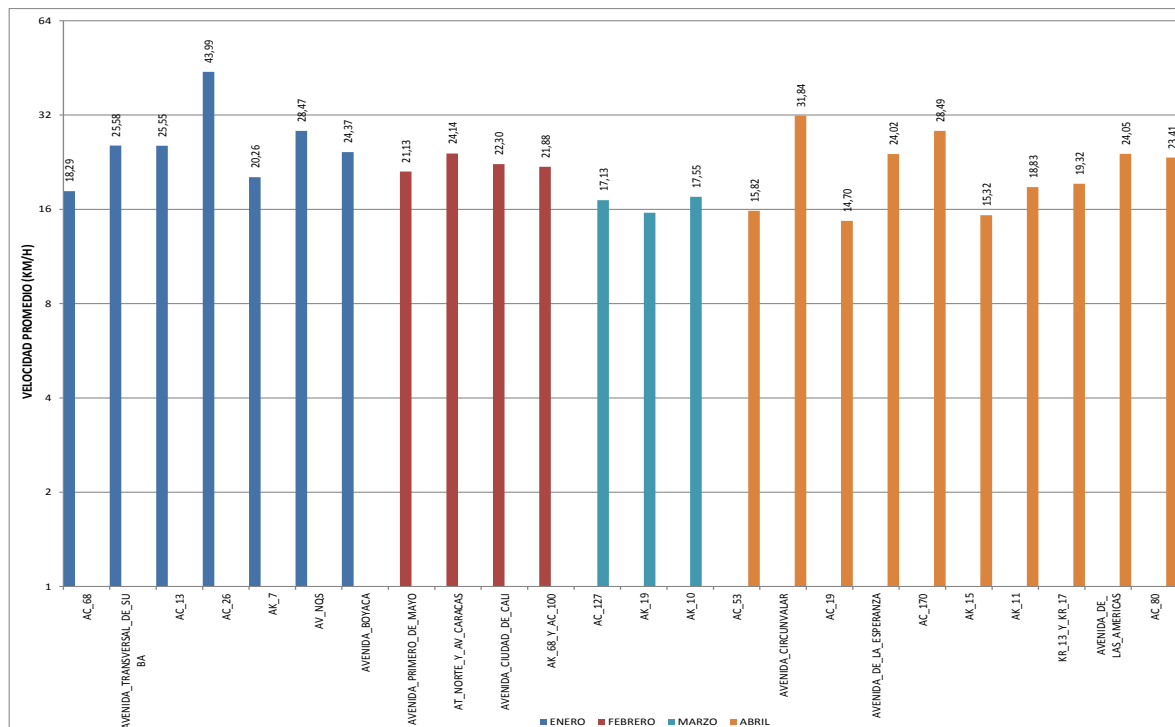
Al realizar comparaciones de velocidades del Transporte Público Colectivo con respecto a los diferentes meses del año, se observa que el incremento de velocidad se presenta en el mes de enero, esto se debe a que por condiciones de la temporada inicial del año la necesidad de movilizarse se disminuye, observándose una menor congestión en los corredores viales en estudio.

- VELOCIDADES TRANSPORTE PÚBLICO INDIVIDUAL

En el Gráfico 23., se presenta el comportamiento mensual de las velocidades para los vehículos de transporte público individual para el día típico durante la ejecución del proyecto.

El corredor de la Avenida Calle 26 se presenta la máxima velocidad con 43,99 Km/h en el mes de enero de 2017; seguido del corredor de la Avenida Circunvalar con 31,84 km/h para el mes de abril de 2017 y 28,49 Km/h en el mes de abril de 2017 para el corredor de la Avenida Calle 170. Los corredores que registran las menores velocidades son la Avenida Calle 19 con 14,70 Km/h en el mes de abril de 2017, seguido de la Avenida Carrera 15 con 15,32 Km/h para el mes de abril de 2017.

Gráfico 23. Comportamiento mensual de vel. en vehículos de TPI – día típico



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Se presenta en la Tabla 12., el resumen por mes, por sentido y por franja de toma de información, para vehículos de transporte público individual para un día típico durante la ejecución del proyecto. La máxima velocidad ponderada promedio se presenta en el mes de abril con 24,37 Km/h donde se realizaron siete corredores, y la mínima velocidad ponderada promedio se presenta en el mes de marzo con 16,76 Km/h donde se realizaron tres corredores.

Tabla 12. Resumen promedio de velocidades para transporte público individual – día típico

MES	CORREDOR	VELOCIDAD TPI AM NS-WE	VELOCIDAD TPI M NS-WE	VELOCIDAD TPI PM NS-WE	VELOCIDAD TPI AM SN-EW	VELOCIDAD TPI M SN-EW	VELOCIDAD TPI PM SN-EW
ENERO	AC_68	17,53	17,70	18,62	23,75	16,96	15,16
	AVENIDA_TRANSVERSAL_DE_SUBA	19,90	26,62	25,50	31,97	26,84	22,67
	AC_13	24,46	21,18	26,99	28,82	26,11	25,77
	AC_26	41,44	39,66	45,54	55,70	44,85	36,77
	AK_7	17,75	19,86	20,60	24,36	20,85	18,16
	AV_NQS	27,89	28,34	28,72	28,94	30,30	26,64
	AVENIDA_BOYACA	24,43	24,25	23,15	25,84	24,11	24,45
	TOTALES	24,43	24,25	23,15	25,84	24,11	24,45
		23,94			24,80		
24,37							
FEBRERO	AVENIDA_PRIMERO_DE_MAYO	18,01	21,32	21,99	26,38	20,83	18,25
	AT_NORTE_Y_AV_CARACAS	20,43	26,13	26,33	21,13	27,91	22,89
	AVENIDA_CIUADAD_DE_CALI	23,02	24,46	21,39	19,86	23,92	21,18
	AK_68_Y_AC_100	25,50	22,58	19,98	16,87	23,44	22,93
	TOTALES	22,98	24,39	22,57	19,29	25,09	22,33
		23,31			22,24		
22,77							
MARZO	AC_127	18,40	14,46	17,66	20,84	16,95	14,45
	AK_19	11,88	14,59	16,53	19,38	16,62	14,71
	AK_10	25,55	16,36	15,03	14,01	15,70	18,63
	TOTALES	18,61	15,14	16,40	18,08	16,42	15,93
		16,72			16,81		
16,76							
ABRIL	AC_53	13,77	14,49	16,18	22,45	14,38	13,68
	AVENIDA_CIRCUNVALAR	31,99	36,84	30,89	33,38	33,71	24,20
	AC_19	14,64	12,67	14,52	19,35	12,47	14,53
	AVENIDA_DE_LA_ESPERANZA	18,64	24,25	26,81	28,20	23,83	22,39
	AC_170	27,75	29,20	21,77	36,48	27,31	28,42
	AK_15	15,67	14,56	13,87	22,17	13,74	11,94
	AK_11	18,56	11,88	13,30	24,03	24,61	20,61
	KR_13_Y_KR_17	21,91	18,98	18,61	15,64	20,96	19,81
	AVENIDA_DE_LAS_AMERICAS	15,54	23,96	30,22	29,36	25,20	20,01
	AC_80	17,05	21,78	25,55	32,33	24,53	19,19
	TOTALES	19,55	20,86	21,17	26,34	22,07	19,48
20,53			22,63				
21,58							

Fuente: TPD Ingeniería S.A

4.2 COMPONENTE PLANEAMIENTO SEMAFÓRICO

4.2.1 Volúmenes en intersecciones semaforizadas.

Con los diferentes estudios necesarios para la aplicación de este componente que busca medir la demanda de vehículos que llegan a la intersección semafórica, así como la capacidad de la misma, se presenta a continuación en la Tabla 13, se presenta resumen de todas las intersecciones con los principales resultados luego de hacer el procesamiento de la información en donde se determina el porcentaje del volumen total de vehículos mixtos, la composición vehicular, porcentaje de aporte de volumen por acceso y hora de máxima demanda.

Tabla 13. Volúmenes Intersecciones Semaforizadas

INFORMACIÓN GENERAL				INFORMACIÓN TOTAL DEL AFORO							
INTERSECCIÓN	FECHA	PERÍODO DE AFORO	VOL TOTAL MIXTOS TOMA	PORCENTAJE VEHICULOS / TOMA				PORCENTAJE DE APOORTE POR ACCESO / TOMA			
				L	B	C	M	NORTE	SUR	OCCI-DENTE	ORIENTE
AC_132_X_KR_106	2017/04/23	06:00-20:00	19850	55.08	12.64	2.44	29.84	0.00	14.77	31.45	53.78
AC_80_X_TV_94L	2017/04/22	06:00-20:00	96268	67.66	5.82	4.25	22.27	17.60	0.00	44.62	37.78
AC_43_S_X_KR_79	2017/03/07	06:00-20:00	64175	47.95	10.79	5.90	35.37	19.08	23.09	30.34	27.48
AC_13_X_KR_47	2017/04/21	06:00-20:00	97755	57.64	5.51	8.13	28.73	0.00	25.19	40.61	34.20
KR_9_X_AC_63	2017/02/13	06:00-20:00	28254	72.98	3.61	1.91	21.50	0.00	47.46	52.54	0.00
KR_13_X_CL_66	2017/03/27	06:00-20:00	16888	68.05	7.20	2.21	22.53	39.38	0.00	60.62	0.00
KR_80_X_CL_63_S	2017/03/08	06:00-20:00	18556	41.63	17.72	7.98	32.67	60.46	0.00	0.00	39.54
KR_79C_X_CL_63_S	2017/03/08	06:00-20:00	20033	43.19	17.54	6.19	33.08	0.00	58.86	0.00	41.14
KR_79C_X_CL_65_S	2017/03/08	06:00-20:00	26535	42.51	13.25	6.84	37.40	0.00	29.61	70.39	0.00
TV_73D_X_CL_40_S	2017/03/06	06:00-20:00	80670	52.20	12.10	3.85	31.85	8.76	13.62	37.32	40.30
AK_71B_X_CL_57B_S	2017/03/06	06:00-20:00	63047	48.71	11.70	7.02	32.58	33.80	40.26	11.99	13.95
TV_78H_X_AC_43_S	2017/03/07	06:00-20:00	92486	49.42	10.99	5.52	34.07	22.67	18.93	28.72	29.69
AK_68_X_AC_53	2017/04/21	06:00-20:00	150075	63.41	9.91	3.68	22.99	49.12	41.17	0.00	9.70
KR_16_X_CL_17_S	2017/03/16	06:00-20:00	16148	65.26	2.88	2.52	29.34	43.09	0.00	0.00	56.91
KR_10_X_CL_1	2017/03/15	06:00-20:00	60693	55.38	14.02	2.52	28.07	28.27	25.51	22.87	23.36
KR_10_X_CL_11_S	2017/03/15	06:00-20:00	55159	55.05	13.62	2.63	28.70	34.28	29.84	13.25	22.64
KR_3_E_X_CL_6	2017/03/16	06:00-20:00	23323	58.38	5.50	3.38	32.74	34.21	23.82	32.95	9.02
KR_10_X_CL_22	2017/03/21	06:00-20:00	32268	47.67	24.23	1.73	26.38	35.17	47.51	0.00	17.32
KR_12_X_CL_22	2017/03/21	06:00-20:00	7428	60.18	3.07	3.93	32.82	0.00	27.91	0.00	72.09
KR_10_X_CL_4_S	2017/03/21	06:00-20:00	33139	45.67	20.68	2.41	31.25	52.27	47.73	0.00	0.00
KR_7_X_CL_23	2017/03/27	06:00-20:00	5448	67.75	1.47	2.22	28.56	0.00	14.98	85.02	0.00
KR_7_X_CL_22	2017/03/27	06:00-20:00	9964	74.91	1.86	2.38	20.86	0.00	5.43	0.00	94.57
KR_10_X_CL_24	2017/04/03	06:00-20:00	41545	49.43	20.69	1.45	28.44	26.19	40.16	33.65	0.00
KR_13_X_CL_22	2017/04/03	06:00-20:00	30008	56.71	4.52	2.03	36.74	79.53	0.00	0.00	20.47
KR_13_X_CL_20	2017/04/03	06:00-20:00	22947	55.18	5.77	1.76	37.29	93.38	0.00	0.00	6.62
AC_68_S_X_AK_51	2017/02/17	06:00-20:00	62123	45.69	9.89	6.92	37.50	32.22	31.88	14.88	21.02
KR_10_X_CL_27_S	2017/03/11	06:00-20:00	51812	58.50	11.29	2.76	27.45	23.25	39.05	22.05	15.65
KR_10_X_CL_27_S	2017/03/12	06:00-20:00	34131	68.69	12.41	1.10	17.79	29.13	52.86	17.42	0.59
KR_10_X_CL_27_S	2017/03/13	06:00-20:00	51175	52.17	14.40	3.14	30.29	24.65	36.05	22.88	16.43
KR_10_X_CL_34_S	2017/03/14	06:00-20:00	34486	48.90	11.15	3.52	36.44	46.09	40.71	0.00	13.20

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

RESULTADOS DE VOLÚMENES EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS

Con los resultados obtenidos para el estudio de planeamiento en la Tabla 13, se observa cómo es la composición vehicular para cada una de las intersecciones semaforizadas y el aporte generado por cada uno de los accesos, en donde la intersección que aporta mayor volumen vehicular en la hora de máxima demanda es la intersección ubicada en la Ak_68_X_Ac_53 con un total del vehículos mixtos de 150075 veh/mixtos en donde su hora de máxima demanda se presenta en el periodo de las 07:15 – 08:15 con un volumen de 13204 veh/mixtos, y su acceso que representa un mayor volumen en la hora de máxima demanda es el acceso sur con un porcentaje del 49.06% con un factor de hora pico del 0.96 siendo una intersección donde es claro hacer el análisis de la necesidad de hacer o no un ajuste de los planes semafóricos y la intersección que genera un menor aporte vehicular es la kr_7_X_Cl_23 con un volumen total de 5448 veh/mixtos en donde el acceso sur provee un aporte del 54.29%, la hora de máxima demanda en esta intersección se presenta en el periodo de las 06:45 – 07:45 con un factor de hora pico del 0.97.

En el Anexo F. se presenta tabla con los resultados totales de la toma de información para cada uno de los puntos de estudio.

4.3 COMPONENTE PRIORIZACIÓN

Dentro del componente de Priorización, se busca definir la implementación para la instalación de semáforos de tiempos fijos, es así como con los diferentes estudios realizados para este componente, dado que en el contrato de consultoría 1268 de 2016 se obtienen los siguientes resultados que a continuación se presentan en la Tabla 14 el resumen de todas las intersecciones con los principales resultados luego del procesamiento de la información en donde se determina el volumen de peatones, volumen de bicicletas, volumen total de vehículos mixtos, la composición vehicular, porcentaje de aporte de volumen por acceso, hora de máxima demanda y factor de hora pico. Estas intersecciones son designadas bajo criterio de la Secretaría Distrital de Movilidad ya sea por factores locales, de accidentalidad o una combinación de criterios

Tabla 14. Volúmenes Intersecciones No Semaforizadas

INFORMACIÓN GENERAL			INFORMACIÓN TOTAL DEL AFORO							INFORMACIÓN HORA DE MÁXIMA DEMANDA	
INTERSECCIÓN	FECHA	PERÍODO DE AFORO	VOLUMEN PEATONES	VOLUMEN BICICLETAS	VOLUMEN TOTAL MIXTOS TOMA	PORCENTAJE DE APOORTE POR ACCESO / TOMA				HMD	FHP
						N	S	O	E		
CL_53_S_X_KR_11	2017/02/14	05:00-21:00	5,565	730	9,545	97.11	0.03	2.55	0.31	06:00-07:00	0.84
CL_53_S_X_KR_11A	2017/02/14	05:00-21:00	7,860	749	9,437	61.23	0.03	34.48	4.26	06:00-07:00	0.84
CL_52_S_X_KR_11	2017/02/07	05:00-21:00	5,765	929	8,109	0.07	93.64	5.71	0.58	06:00-07:00	0.89
KR_11A_X_CL_52_S	2017/02/07	05:00-21:00	5,395	932	8,271	0.08	95.26	1.81	2.84	06:00-07:00	0.90
CL_53_S_X_KR_11B	2017/02/14	05:00-21:00	8,682	608	6,130	90.83	0.15	6.87	2.15	06:00-07:00	0.85
CL_52_S_X_KR_11B	2017/02/07	05:00-21:00	9,776	899	8,521	0.00	94.67	3.05	2.28	06:00-07:00	0.89
KR_12_X_CL_53_S	2017/02/14	05:00-21:00	10,317	803	5,868	88.05	0.00	1.48	10.46	06:15-07:15	0.89
CL_52_S_X_KR_12	2017/02/07	05:00-21:00	14,799	982	8,748	0.00	94.28	0.70	5.02	06:00-07:00	0.90
CL_59_S_X_KR_78J	2017/02/15	05:00-21:00	13,996	5,417	44,790	0.86	0.50	46.20	52.44	06:15-07:15	0.95
AC_43_S_X_KR_78F	2017/02/15	05:00-21:00	9,373	5,921	43,199	41.81	58.08	0.00	0.11	17:15-18:15	0.95

4.3.1 Resultados volúmenes en intersecciones no semaforizadas

Con los resultados obtenidos para el estudio de priorización en la Tabla 14., se observa cómo es el comportamiento vehicular para cada una de las intersecciones no semaforizadas y el aporte generado por cada uno de los accesos en donde la intersección que aporta mayor volumen vehicular en la hora de máxima demanda es la intersección ubicada en la Cl_59_S_X_Kr_78J en esta intersección se hace necesario analizar la viabilidad de realizar cronograma de actividades de priorización a través del grupo de semaforización con el cual cuenta la entidad, la intersección cuenta con un total de 44790 vehículos mixtos, volumen total mixtos, en donde su hora de máxima demanda se presenta en el período de las 06:15 – 07:15 con un volumen de 4520 veh/mixtos, y su acceso que representa un mayor volumen en la hora de máxima demanda, es el acceso este con un porcentaje del 52.44%, con un factor de hora pico del 0.95 y la intersección que genera un menor volumen mixto es la Cl_53s_X_KR_11b con un volumen total de 6130 veh/mixtos, en donde el acceso norte provee un aporte del 90.83%, la hora de máxima demanda en esta intersección se presenta en el período de las 06:00 – 07:00 con un factor de hora pico del 0.85.

La intersección que presenta mayor afluencia de peatones es la intersección ubicada en CI_52S_X_Kr_12 con un volumen de 14799 peatones, seguida por la intersección CI_59_S_X_Kr_78j con un volumen de peatones de 13996.

En lo que respecta a las bicicletas en las intersecciones de la Ac_43S_X_Kr_78F y CI_59_S_X_Kr_78j se presenta un volumen de 5921 y 5417 bicicletas respectivamente.

Este tipo de estudio tiene gran importancia en donde se puede analizar que las intersecciones ubicadas en CI_52S_X_Kr_12 y CI_59_S_X_Kr_78j presentan un flujo peatonal considerable para posible utilización de control semafórico.

En el Anexo G. se presenta tabla con los resultados totales de la toma de información para cada uno de los puntos de estudio.

4.4. COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO DÍA SIN CARRO Y SIN MOTO

En lo que respecta a temas de sostenibilidad del transporte en la ciudad de Bogotá se ha venido concientizando a las personas a la utilización de diferentes modos de transporte, como lo es el uso de la bicicleta, acceso al transporte público tanto colectivo como individual. Es por esto que el Distrito ha venido implementando dentro de su calendario unas jornadas especiales donde se fomenta hacer uso de los diferentes modos de transporte sostenibles existentes, de tal modo que se cree conciencia social de los impactos generados por los diferentes modos de transporte.

Para el día sin carro que se realizó el día 2 de febrero de 2017 el Distrito habilitó 42 kilómetros de calzada completa (tipo Ciclovía), 33 kilómetros de carril segregado para los biciusuarios y 11 kilómetros de Ciclo Ruta. Transmilenio operará el 100 % de su flota disponible con 2.292 móviles articulados, biarticulados, duales y alimentadores. Se aumentará la oferta de frecuencias troncales en los períodos valle, entre las 09:00 y las 4:00 de la tarde.

Dentro del monitoreo la SDM modificó la caracterización vehicular las motos y las bicicletas cambiándolas por ciclos con motor y ciclos sin motor estos cambios se hacen con el fin de que la ciudad incorpore los diferentes avances que se han venido presentando en lo que respecta por cambios en donde se puede apreciar un incremento en lo que respecta al transporte sostenible, es así como se ha venido incentivando el uso del SITP y la bicicleta, buscando así una movilidad más organizada.

Para esta jornada del día sin carro se restringe la circulación de vehículos automotores y motocicletas en periodos de las 5:00 a.m. y 7:30 p.m., de esta

manera se busca una forma de optimización del espacio público, se genere conciencia con respecto a las emisiones generadas por los vehículos mejorando así los índices de salud pública.

Para esta jornada del DSC se realizaron tomas de información de volúmenes vehiculares y ocupación visual para transporte público individual en 5 estaciones distribuidas a lo largo de la ciudad, 24 puntos de estudio de volúmenes de bicicletas, 4 puntos para volúmenes peatonales y 8 corredores para la medición de velocidades sobre la malla vial arterial de Bogotá D.C.

Para tener un comparativo de los cambios generados en el tráfico del día sin carro se tomó información en un día típico, para este monitoreo sólo se tomó información para línea base en la intersección localizada en la Avenida 68 por Avenida Calle 26 de tal manera que se pueda analizar la correspondiente variación que exista, ya para las otras intersecciones se toma como línea base los resultados obtenidos para la línea base ejecutada en el año 2016.

La medida del día sin carro establecida desde el año 2000 mediante decreto 1098, ha tenido como objeto promover el uso de medios de transporte no motorizados, así como el transporte público colectivo e individual, medida que ha sido exitosa y cada día con más gente interesada. En el año 2015 la restricción de circulación al vehículo particular fue extendida a las motocicletas, así mismo se amplió el horario de la medida, lo cual ha generado bastantes expectativas tanto a ciudadanos en general como a entidades distritales.

Un factor determinante en la ejecución del DSC y sin moto, es la disminución de la contaminación auditiva. El ruido, comparado con un día normal, disminuyó en la avenida Circunvalar, en la carrera 19, y en la autopista Sur.

4.4.1 Resultados volúmenes vehiculares

Los periodos a analizar se realizaron entre las 5:00 y las 10:00 de la mañana y 15:00 y 20:00 de la tarde.

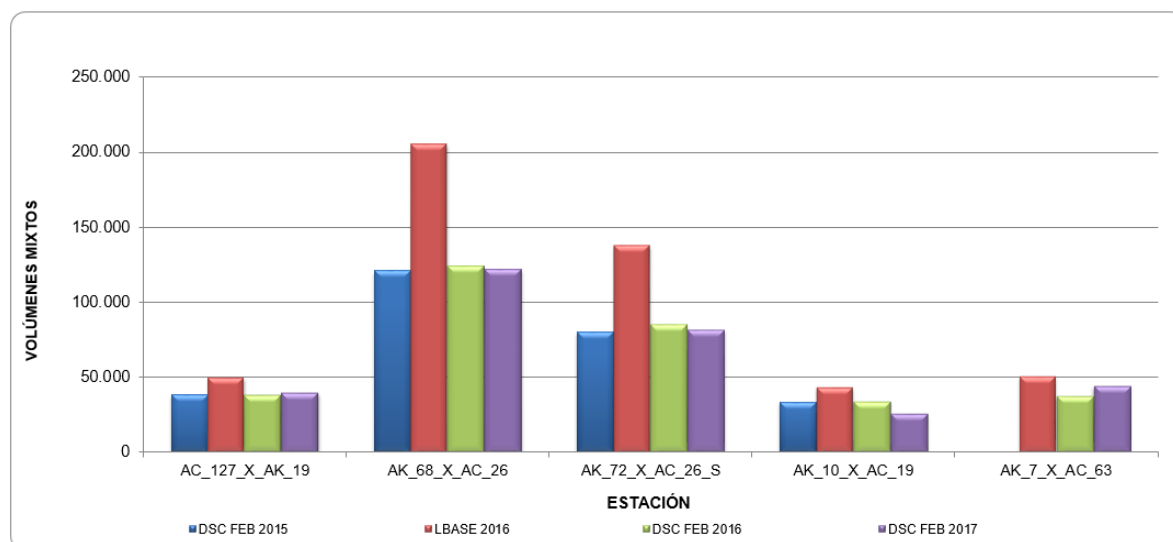
Con el objeto de ver el comportamiento general de la ciudad, se resumen en la Tabla 15., los resultados obtenidos en los cinco puntos de toma de información de volúmenes vehiculares.

Tabla 15. Volúmenes totales por estación

LUGAR TOMA DE INFORMACIÓN	DÍA TOMA DE INFORMACIÓN			DSC FEB 2017	% VARIACION		
	DSC FEB 2015	LBASE	DSC FEB 2016		%VARIACIÓN MIXTO FEB 2017 vs FEB 2015	%VARIACIÓN MIXTO FEB 2017 vs FEB 2016	%VARIACIÓN MIXTO FEB 2017 vs LBASE
AC_127_X_AK_19	38.152	49.499	38.282	39.676	4,0%	3,6%	-19,8%
AK_68_X_AC_26	121.142	205.448	124.184	121.342	0,2%	-2,3%	-40,9%
AK_72_X_AC_26_S	80.152	137.410	84.909	81.475	1,7%	-4,0%	-40,7%
AK_10_X_AC_19	33.604	42.846	33.845	25.830	-23,1%	-23,7%	-39,7%
AK_7_X_AC_63	NA	50.517	37.174	43.918	NA	18,1%	-13,1%

Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Gráfico 24. Volúmenes vehiculares por estación



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Se observa en el Gráfico 24., que la estación que concentra el mayor flujo vehicular es la avenida carrera 68 por avenida calle 26 que por la zona en donde se encuentra ubicada presenta un volumen total aforado en el día sin carro del mes de febrero de 2017 del orden de 121.342 vehículos mixtos, con una variación del -40,7% respecto al escenario de línea base que reportó un volumen de 204.629 vehículos mixtos, se presenta una clara disminución de volúmenes vehiculares con respecto a la línea base del año 2016. La menor variación se presenta en el punto de la carrera 10 por

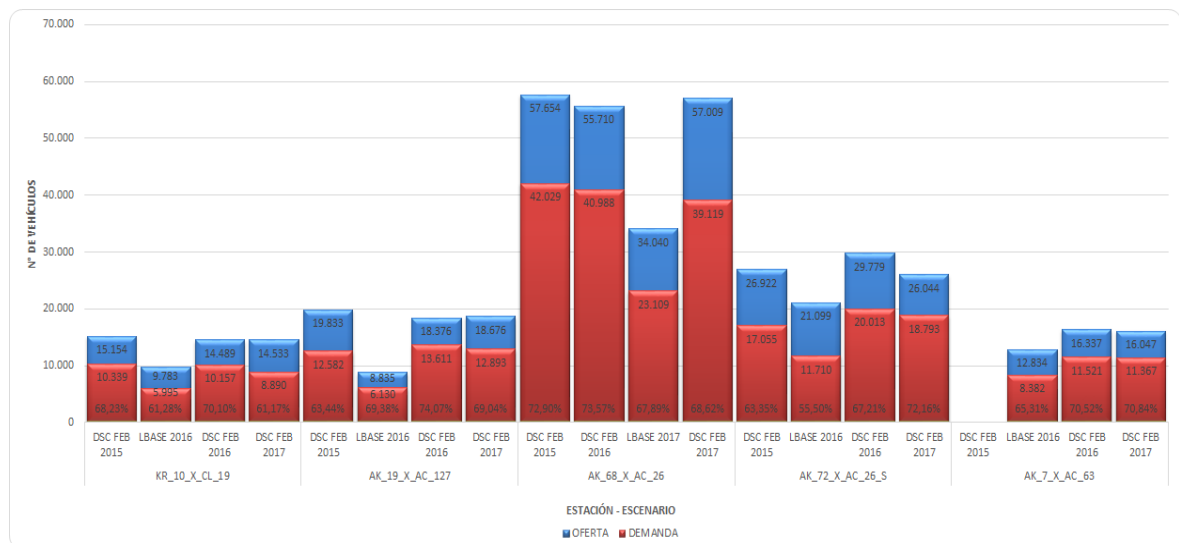
calle 19 en donde el volumen total aforado en el día sin carro del mes de febrero de 2017 es de 25.830 y para la línea base es de 42.846, obteniendo una disminución del -21,0%.

4.4.2 Resultados ocupación visual en tpi

Se presenta resultados de oferta, demanda y porcentaje de ocupación de vehículos de transporte público individual para los diferentes escenarios (Línea base, DSC febrero 2015, DSC febrero 2016 y DSC febrero 2017). A continuación, se muestra el respectivo análisis de los resultados de ocupación visual:

ANÁLISIS OCUPACIÓN VISUAL

Gráfico 25. Comparativo Oferta - Demanda TPI para las diferentes estaciones



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

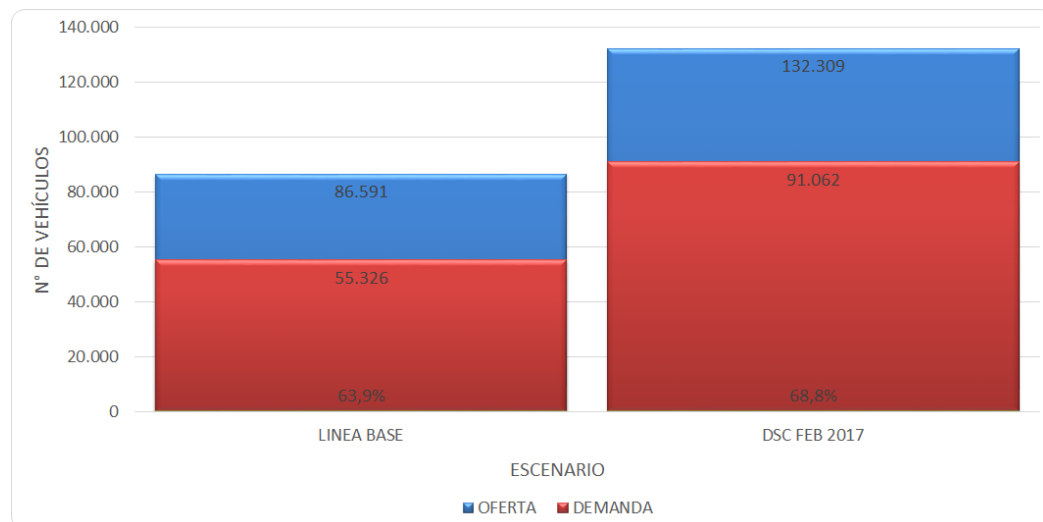
En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.25**, se tiene la comparación de oferta y demanda de TPI de las cinco intersecciones en los diferentes escenarios; días sin carro de febrero de 2017, febrero 2016, febrero 2015 y línea base de 2016.

Por las condiciones en las que se encuentra ubicada la intersección correspondiente a la AK 68 X AC 26 se presenta un mayor movimiento de taxis durante las 10 horas de aforo con una oferta de 37.532 vehículos y una demanda de 25.543 para la línea base; y alrededor de 57.009 taxis ofertados y 39.119 ocupados para los días sin carro, presentándose un incremento como era de esperarse de la utilización de este modo de transporte.

En términos generales, los mayores porcentajes de ocupación se dan en la estación de la AK 68 X AC 26 con 72,9% para los DSC y 68,1% para el día normal. La proporción de taxis ocupados es menor en la intersección de la AK 72 X AC 26 S con 55,5% en línea base y 63,3% en los DSC.

En la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.26** se muestra el indicador de oferta y demanda a nivel ciudad para transporte público individual, de donde se obtiene que para el día sin carro de febrero de 2017 la oferta de taxis fue 52,8% mayor que en un día normal y que la demanda y la ocupación también aumentaron con respecto a la misma línea de referencia en un 64,6% y en un 4,9%, respectivamente.

Gráfico 26. Indicador de Oferta y Demanda de TPI a nivel ciudad



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

4.4.3 Volúmenes peatonales

Con el objeto de conocer la variación de los volúmenes peatonales durante las jornadas de día sin carro respecto a un día normal, se recopiló información en cuatro puntos de la ciudad, en los periodos comprendidos entre las 05:00 y las 10:00 horas y entre las 15:00 y las 20:00 horas del 28 de enero de 2016 (línea base), el 05 de febrero de 2015 (DSC feb 2015), el 04 de febrero de 2016 (DSC feb 2016) y el 02 de febrero de 2017 (DSC feb 2017).

Los lugares específicos de toma de información son:

Avenida Carrera 7 por Avenida Calle 72

Avenida Carrera 7 por Calle 27

Avenida Calle 26 por Carrera 59

Avenida Carrera 86 por Calle 6D

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos en cada punto.

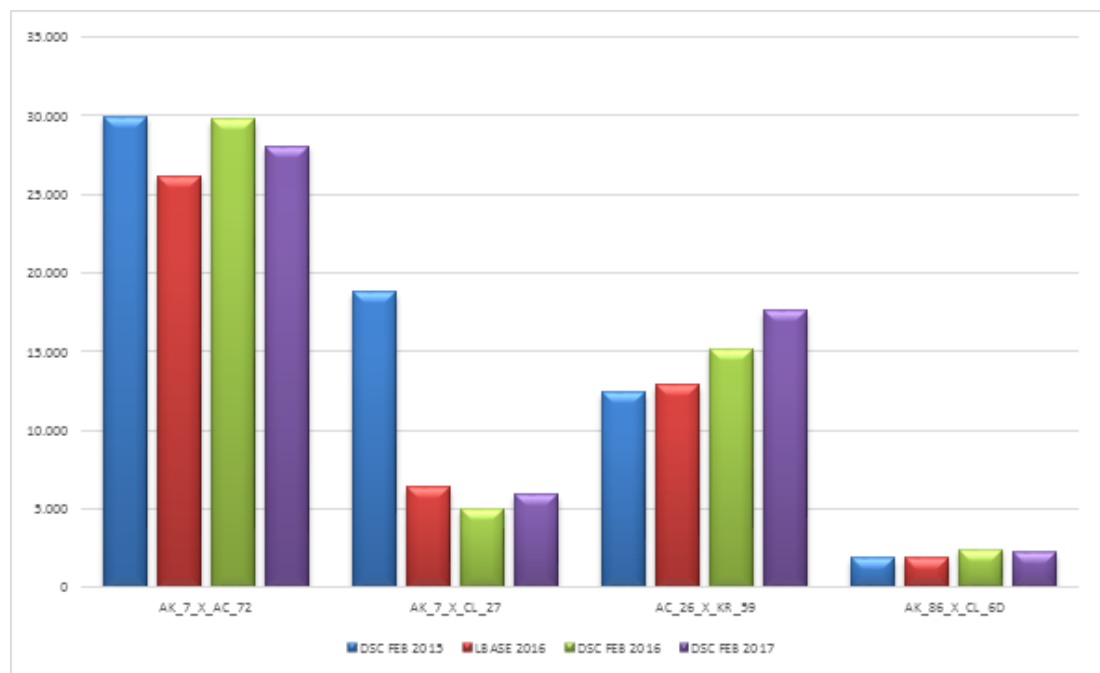
RESULTADOS VOLÚMENES PEATONALES

Con el objeto de conocer la distribución espacial de los volúmenes peatonales en los cuatro puntos de toma de información de peatones, se resume a continuación los resultados consolidados por escenario los diferentes escenarios línea base, DSC febrero 2015, DSC febrero 2016, y DSC febrero 2017.

Con los resultados obtenidos se puede observar que el mayor volumen peatonal se concentra en el punto ubicado en la avenida carrera 7 por avenida calle 72 con un resultado de 28.076 peatones reportados durante las 10 horas de aforo de los DSC y que sobrepasa los 26.164 peatones registrados en la línea base.

El menor registro de volumen peatonal se presenta en el puente peatonal ubicado en la avenida carrera 86 por calle 6D con 2.212 peatones sobrepasando los 1.861 peatones de la línea base.

Gráfico 27. Volúmenes totales peatonales por estación

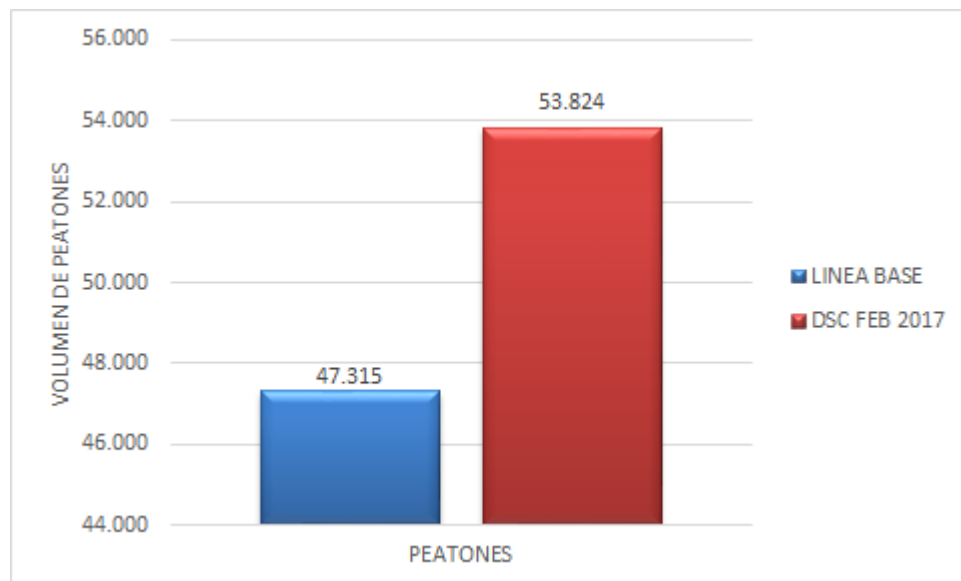


Fuente: TPD Ingeniería S.A.

La intersección de la avenida carrera 7 por calle 27 con el transcurrir del tiempo ha sufrido una disminución escalonada, no obstante, para el DSC de febrero de 2015 reportó 18.799 peatones; el DSC de febrero de 2017 reportó 5.933 peatones, aproximadamente a disminuido el 68,0% en comparación al escenario inicial.

Por otro lado, los volúmenes peatonales presentes en la avenida calle 26 por carrera 59 han incrementado a través del tiempo, reportando 17.603 peatones en el último periodo de día sin carro (febrero de 2017) en comparación a los 15.185 peatones aforados en el DSC de febrero de 2016.

Gráfico 28. Indicador del Volumen de Peadones a nivel ciudad



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observan los volúmenes peatonales totales aforados el día sin carro de febrero de 2017 y los de la línea base, de donde se obtiene un aumento del 13,8% con respecto al escenario de referencia. Estas medidas aportan a la generación de conciencia en la utilización de diferentes modos de transporte a parte del transporte particular.

4.4.4 Volúmenes de bicicletas

Los volúmenes de bicicletas del DSC del 02 de febrero de 2017 fueron aforados en 24 puntos ubicados sobre la red de ciclorrutas de la ciudad, en dos periodos comprendidos entre las 05:00 y las 10:00 horas, y entre las 15:00 y las 20:00 horas.

Con el objeto de mostrar la variación de los volúmenes bajo diferentes condiciones, se han tomado los resultados de los estudios realizados como línea base durante el

año 2016 para los 16 puntos del DSC del 2016 y los de la línea base del año 2017 para los ocho puntos adicionales, que se incluyeron por solicitud de la SDM para este año.

RESULTADOS VOLÚMENES DE BICICLETAS

Se presenta que el mayor volumen de bicicletas se concentra en el punto ubicado en la avenida carrera 72 por avenida calle 93 con un valor de 31.973 bicicletas reportadas durante las 10 horas de aforo de los DSC y un valor de 16.908 bicicletas en la línea base.

El menor volumen de bicicletas lo registra la estación de la AK 10 X AC 22 SUR con 1.027 bicicletas reportadas en el DSC de febrero de 2017; para línea base, el menor valor es de 7 bicicletas correspondientes a la estación AC 26 X KR 7 en el año 2016.

Es así que con esta implementación aporta a un mejoramiento y concientización del uso de diferentes modos de transporte sostenible como la bicicleta.

5. PROPUESTA ANÁLISIS DE VELOCIDADES Y TIEMPOS DE RECORRIDO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE GOOGLE MAPS

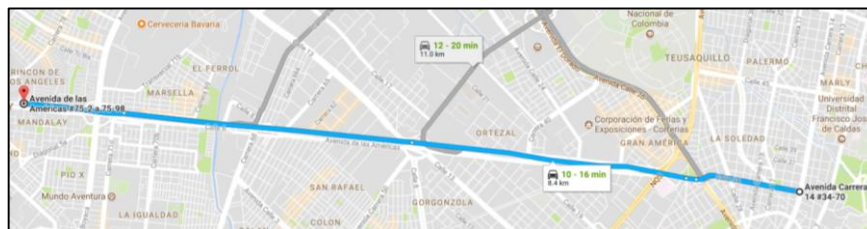
Dentro de los diferentes estudios realizados en la toma de información para el monitoreo del tránsito y transporte, se busca analizar de una forma más profunda el estudio de velocidades y tiempos de recorrido, ya que es de gran importancia conocer el comportamiento de la ciudad en cuanto a la velocidad y tiempos de recorrido se refiere.

Con el transcurrir de los años se ha venido ejecutando este tipo de estudios que, dentro de su concepto, para tener un resultado claro y conciso, es necesario se realicen numerosas tomas de información para los diferentes tramos, ya que en los monitoreos se toma un número muy bajo de recorridos, que de cierto modo no alcanza a generar un resultado claro y real de las velocidades y tiempos que puede llegar a tener en determinado tramo.

Hoy día se han venido desarrollando diferentes tipos de investigación relacionada con las velocidades, uno de éstos es la empresa Google, que con su herramienta Google Maps, integra dentro sus programas, una aplicativo que permite determinar el tiempo estimado de llegada a diferentes puntos, a diferentes horas y cualquier día del año.

Se busca hacer una comparación de los resultados obtenidos en uno de los procesamientos realizados por la Empresa TPD S.A., en lo que respecta al de velocidades y tiempo de recorrido, dentro de esta comparación, se analizará los tiempos de recorrido en diferentes subtramos del tramo y los tiempos generados en el software para cada uno de los diferentes subtramos a tratar que para este estudio es la maestra básica ubicada en LA AVENIDA LAS AMÉRICAS ENTRE CARRERA 14 Y CARRERA 58H determinada por la homogeneidad del tramo. En el Gráfico 21 se presenta el Corredor de las Américas mediante la utilización del software.

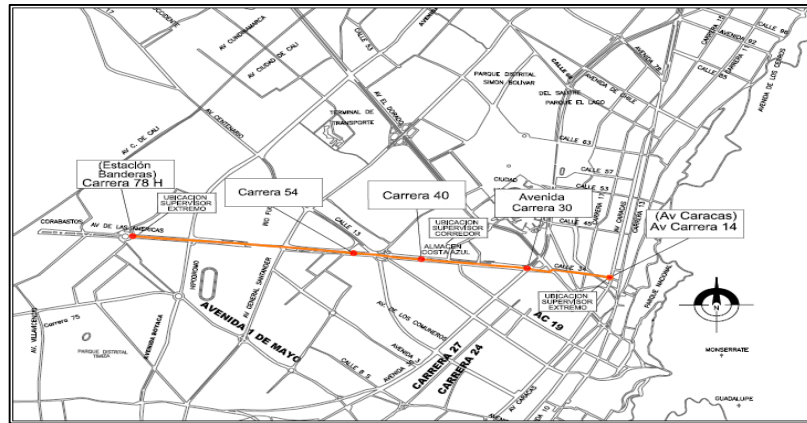
Gráfico 29. Corredor de la Américas



Fuente: Google Maps

Se tomó como base la hoja de Excel utilizada para el procesamiento de la información de TPD Ingeniería de este corredor, en donde se generaron dos hojas de cálculo adicionales, una con los resultados obtenidos para el corredor mediante la utilización de Google Maps y otra hoja comparando los resultados obtenidos en TPD Ingeniería y Google Maps.

Gráfico 30. Corredor Vial de las Américas y puntos de control



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Con este análisis se busca la obtención de tiempos de recorrido para el corredor de las Américas mediante la utilización de aplicativo móvil (Google Maps), determinando la velocidad máxima permitida, así mismo la obtención de la velocidad en los sub tramos comprendidos por el corredor de las Américas

Comparación de velocidades de operación medidas en TPD S.A., y resultados obtenidos al utilizar el aplicativo móvil.

TIEMPOS DE RECORRIDO GOOGLE MAPS

Dentro de las prestaciones más interesantes que presenta la empresa Google para estimar los tiempos de recorrido, se encuentra como herramienta Google Maps, en donde su función como navegador en el vehículo, es el cálculo del tiempo estimado de llegada al destino.

Existe una serie de parámetros implicados en el cálculo de los tiempos de recorrido (estimación), es así que en una determinada zona se toman en cuenta elementos básicos como la velocidad máxima permitida y la velocidad recomendada. Además, se intenta captar los datos históricos de las velocidades medias en las carreteras y

calles por las que se circula, no todos los resultados de la información generada se encuentran registrados.

Otro de los datos que entra en juego para estimar los tiempos de recorrido es el tráfico, con la información en tiempo real que afecta especialmente al tiempo estimado. Es de gran dificultad que con los resultados obtenidos se presente una estimación precisa de estos tiempos, debido a que es un problema de predicción del futuro y el tráfico (impredecibles), incluso si se tiene un completo conocimiento de las condiciones de tráfico actual, un ejemplo de esta afectación se puede presentar en un accidente o un camión que viaja por determinado corredor a una velocidad muy baja y hace un cambio de ruta.

De igual manera con la herramienta de Google, cada vez se muestran datos más exactos y relevantes para el usuario que opera por determinados puntos. Existen diversos factores que influyen en la estimación de los tiempos de recorrido, éstos dependen de la disponibilidad de datos en un área particular.

FACTORES ESTIMACIÓN TIEMPOS DE RECORRIDO

- Límites de velocidad establecidos.
- Velocidades recomendadas.
- Velocidades basadas en el tipo de carreteras.
- Datos de velocidades medias históricas en ciertos períodos de tiempo (a veces tan solo medias, otras veces en un momento concreto del día).
- Tiempos de viajes actuales de otros usuarios e información del tráfico en tiempo real.

Estos factores forman las fuentes que Google tiene, y ayuda a conseguir una mejor predicción posible de los tiempos. En la mayoría de empresas que gestionan tráfico en tiempo real, comparan sus predicciones contra tiempos actuales en el tráfico para modificar sus algoritmos y fuentes de datos.

Es por esto que Google ha acertado a la hora de la estimación en términos medios, ya que se cuenta con acceso a mayor cantidad de información, por ejemplo, aquellos que están mejor capacitados para comparar las predicciones contra sus datos reales; no obstante, no se puede esperar que los mejores resultados sean exactos a corto plazo.

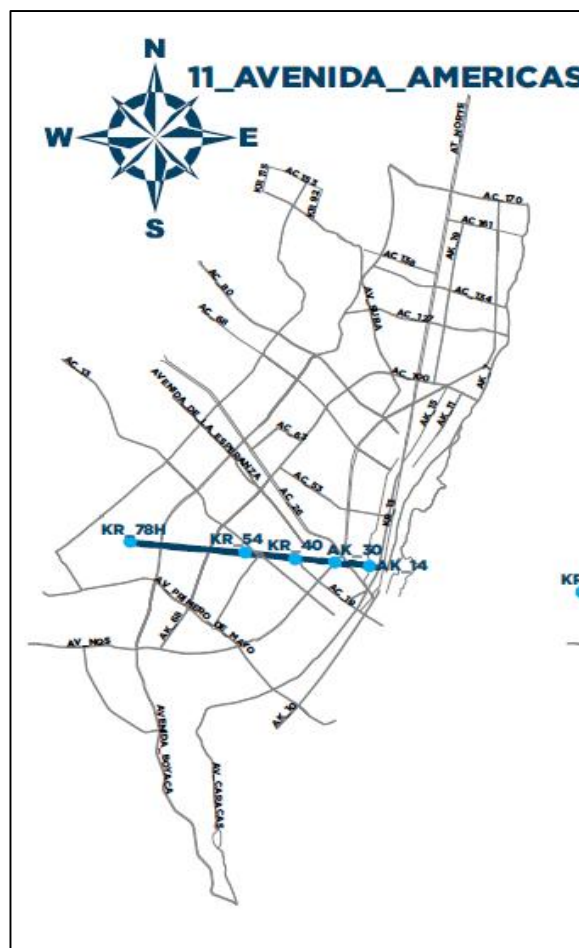
Actualmente se cuenta con Google Maps y el Crowdsourcing del tráfico preinstalados en los dispositivos android en donde se capta la información de indeterminados usuarios que se encuentran transitando por ciertos lugares.

El concepto de crowdsourcing proviene de la mezcla de dos términos, crowd (multitud) y outsourcing (externalización). Recurriendo a un gran número de personas que ofrecen sus servicios en una convocatoria abierta, se genera una externalización de tareas. Al combinar la velocidad de un usuario con la velocidad de otros usuarios que cuentan con teléfonos en determinada vía, cruzándolo con un gran número de teléfonos circulando a cualquier hora sobre una ciudad, se puede conseguir un buen estimado de las condiciones del tráfico en tiempo real.

5.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para el estudio del corredor de Avenida las Américas entre la Carrera 14 y Carrera 78H se obtiene que el tiempo de recorrido mínimo es de 10 minutos con una longitud de 8.3 km para ambos sentidos.

Gráfico 31. Corredor Avenida las Américas



Fuente: TPD Ingeniería S.A.

Para el análisis del corredor en estudio se divide en cuatro subtramos. El corredor se divide en estos subtramos debido a la presentación de tramos homogéneos, que se puedan ver en el plano de georreferenciación y factor económico. En la Tabla 15 se presenta la longitud para cada uno de ellos en sentido oriente – occidente y viceversa.

Tabla 16. Longitud Subtramos

N° TRAMO	TRAMO	LONGITUD TÍPICA (KM)	
		WE	EW
1	KR_78H-KR_54	3.94	3.99
2	KR_54-KR_40	1.740	1.71
3	KR_40-AK_30	1.36	1.41
4	AK_30-AK_14	1.26	1.21

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al análisis realizado para el procesamiento correspondiente al de la Avenida las Américas entre la Carrera 14 y Carrera 78H, se observa que al comparar el comportamiento de velocidades obtenidas en la Empresa TPD INGENIERIA S.A. con los resultados obtenidos con la herramienta Google Maps, es similar al resultado del aplicativo. Cabe destacar que en la Empresa se llegan a realizar 4 recorridos por corredor vial en ambos sentidos para TPC en la hora de máxima demanda, 7 recorridos por corredor vial en ambos sentidos para TP en la hora de máxima demanda, mientras que el software cuenta con un gran número de resultados generados por cada una de las personas que hace uso de este tipo de herramienta tecnológica, siendo éste un resultado más certero a la hora de utilizarlos, ya que se cuenta con demasiada información disminuyendo así el error que se puede llegar a presentar a la hora de la toma de información.

Para la obtención de los resultados mediante la utilización del software, se debe hacer un filtro por modo de transporte ya sea transporte particular o transporte público colectivo. Se encuentra que el tiempo de recorrido en el corredor de estudio es de 10 minutos en hora atípica con una velocidad de 50 km/h.

A continuación, se presentan tablas con resultados obtenidos con el software de Google y la variación existente con respecto a los datos alcanzados mediante la utilización de GPS en la Empresa TPD Ingeniería S.A.

- Resultados tiempos de recorrido en TPD Ingeniería Transporte Particular.

Tabla 17. Tiempos de Recorrido Transporte Particular TPD INGENIERÍA

SENTIDO	PERÍODO	SUBTRAMO TPD				TIEMPO TOTAL TP	TIEMPO POROMEDIO TOTAL POR SENTIDO TP
		KR_78H-KR_54	KR_54-KR_40	KR_40-AK_30	AK_30-AK_14		
		TRANSPORTE PARTICULAR					
EW	AM	7.1	6.46	3.39	3.74	20.7	23.6
EW	M	7.0	5.41	4.12	3.89	20.4	
EW	PM	13.1	6.94	5.08	4.64	29.8	
WE	AM	16.4	9.84	3.93	8.09	38.2	27.6
WE	M	9.5	4.76	3.16	4.57	22.0	
WE	PM	6.3	6.72	4.04	5.52	22.6	

Fuente: Elaboración Propia

- Resultados tiempos de recorrido Google Maps Transporte Particular

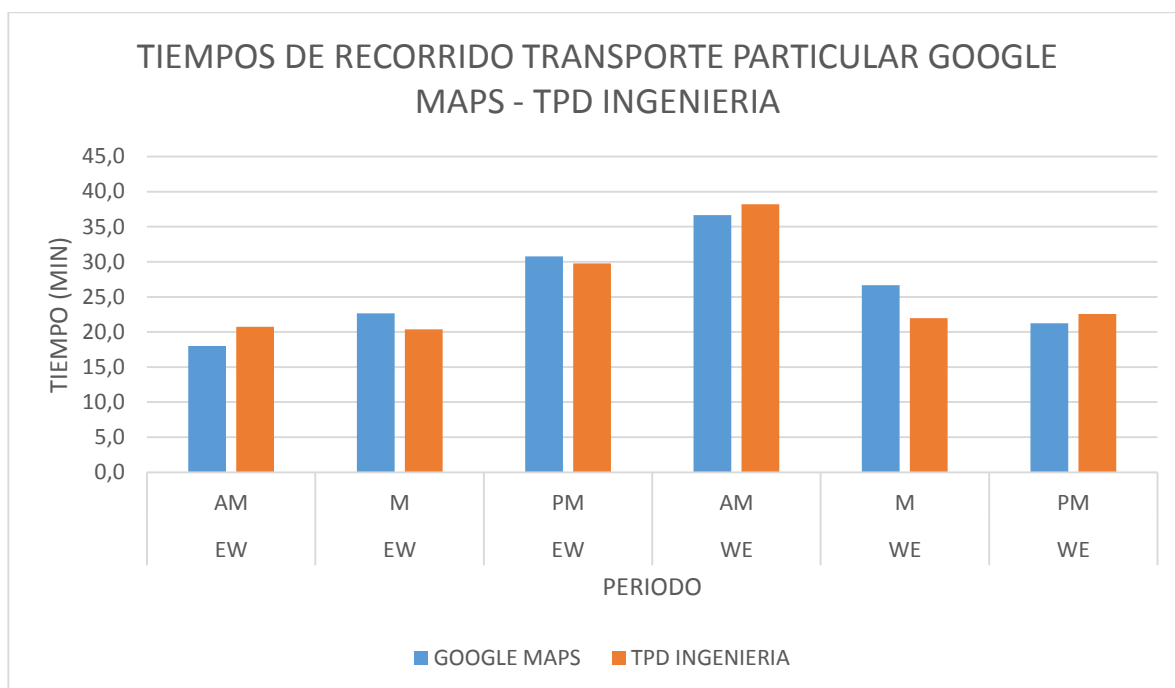
Tabla 18. Tiempos de Recorrido Transporte Particular Google Maps

SENTIDO	PERÍODO	SUBTRAMO GOOGLE MAPS				TIEMPO TOTAL TP	TIEMPO POROMEDIO TOTAL POR SENTIDO TP
		KR_78H-KR_54	KR_54-KR_40	KR_40-AK_30	AK_30-AK_14		
		TIEMPO RECORRIDOTRANSPORTE PARTICULAR					
EW	AM	5.0	4.3	3.0	5.7	18.0	23.8
EW	M	5.3	6.0	4.3	7.0	22.7	
EW	PM	12.0	6.8	5.0	7.0	30.8	
WE	AM	15.3	6.3	4.7	10.3	36.7	28.2
WE	M	6.0	5.7	4.7	10.3	26.7	
WE	PM	5.0	4.3	3.8	8.3	21.3	

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 27, se presenta el comportamiento de los tiempos de recorrido para los vehículos de transporte particular para el día típico. Para el transporte particular el corredor de las Américas presenta los mayores tiempos en el período de la mañana con un valor de 36.7 minutos en sentido WE; seguido por el de la noche en sentido EW que presenta un tiempo de 30.8 minutos.

Gráfico 32. Tiempos de Recorrido Transporte Particular Google Maps y TPD Ingeniería



Fuente: El Autor

Al comparar los resultados obtenidos se puede observar la siguiente variación de tiempos encontrados en TDP Ingeniería vs Google Maps.

Tabla 19. Variación Tiempos TPD Ingeniería – Google Maps

SENTIDO	PERÍODO	DIFERENCIA TPD VS GOOGLE MAPS (min)
EW	AM	2.7
EW	M	-2.3
EW	PM	-1.0
WE	AM	1.5
WE	M	-4.7
WE	PM	1.3

Fuente: El Autor

En el período del medio día la variación de TPD Ingeniería con respecto al resultado presentando por Google Maps es más alto con relación al de los otros; es claro que el horario de toma de información que se hizo en TPD es correspondiente a los de máxima demanda, es aquí en donde es importante observar que mientras que TPD hace 15 tomas de información de este corredor, siendo éste un resultado no tan eficaz a la hora de procesar la información, el software presenta una gran cantidad de resultados a lo largo del corredor, permitiendo así que estos resultados presentados puedan ser vistos de manera veraz.

La diferencia promedio obtenida para el total de la toma de información es de 0.2 minutos en sentido EW y 0.6 minutos en sentido WE; cabe anotar que los resultados obtenidos mediante la utilización de Google Maps vienen dados en minutos.

- Resultados de velocidades TPD Ingeniería Transporte Particular

Tabla 20. Velocidades TPD Ingeniería TP

PERÍODO	SUBTRAMO TPD				VELOCIDAD TOTAL TP	VELOCIDAD POROMEDIO TOTAL POR SENTIDO TP
	KR_78H-KR_54	KR_54-KR_40	KR_40-AK_30	AK_30-AK_14		
	TRANSPORTE PARTICULAR					
AM	37.7	19.92	28.54	19.28	26.4	23.3
M	36.5	19.77	19.93	17.89	23.5	
PM	27.8	15.44	17.56	18.85	19.9	
AM	15.5	12.40	22.16	10.23	15.1	21.9
M	31.1	25.68	24.40	14.02	23.8	
PM	39.6	25.20	25.89	16.69	26.8	

Fuente: Elaboración Propia

- Resultados de velocidades Google Maps Transporte Particular

Tabla 21. Velocidades Google Maps TP

SENTIDO	PERÍODO	SUBTRAMO GOOGLE MAPS				VELOCIDAD PROMEDIO PERIODO	VELOCIDAD PROMEDIO CORREDOR
		KR_78H-KR_54	KR_54-KR_40	KR_40-AK_30	AK_30-AK_14		
		TRANSPORTE PARTICULAR					
EW	AM	48.0	24.0	28.2	12.9	28.3	22.88
EW	M	45.3	17.5	19.7	10.4	23.2	
EW	PM	25.5	15.4	17.3	10.5	17.2	
WE	AM	40.2	20.4	17.7	7.9	21.6	23.02
WE	M	47.3	18.9	17.7	7.4	22.8	
WE	PM	41.5	25.7	22.2	9.3	24.7	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22, en cuanto a la velocidad respecta la variación máxima que se presenta es en el período de la mañana en sentido WE con una variación de 6.48

km/hora, seguido del de la noche en sentido EW con una variación de 2.76 con relación TPD y Google Maps.

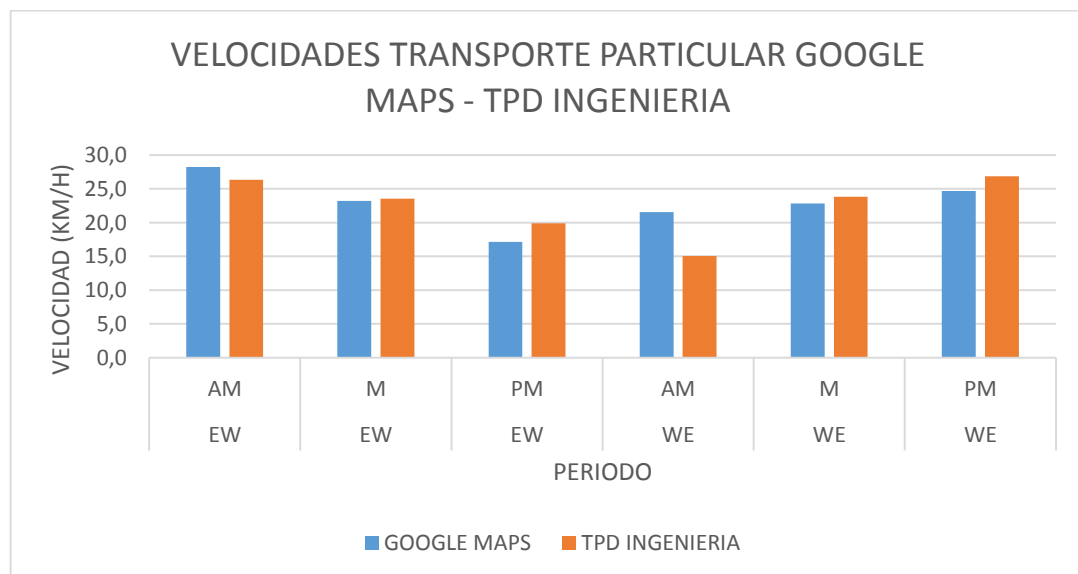
Tabla 22. Variación Velocidades TPD Ingeniería – Google Maps

SENTIDO	PERÍODO	DIFERENCIA TPD VS GOOGLE MAPS
EW	AM	-1.90
EW	M	0.32
EW	PM	2.76
WE	AM	-6.48
WE	M	0.97
WE	PM	2.18

Fuente: El Autor

En el Gráfico 33., se presenta el comportamiento de las velocidades para los vehículos de transporte particular en donde la mayor velocidad se presenta en el período de la mañana en sentido EW con 28,3 km/h. La velocidad mínima se presenta en el de la noche en sentido EW con una velocidad de 17.2 km/hora.

Gráfico 33. Velocidades de vehículos de TP. TPD Ingeniería – Google Maps.



Fuente: El Autor

- Resultados tiempos de recorrido en TPD Ingeniería y el software TPC.

En la Tabla 23 se pueden ver los tiempos de recorrido generados por el Software y TPD Ingeniería, observándose un tiempo promedio de 22.4 minutos en sentido EW y 24 minutos en sentido WE para los resultados obtenidos por Google Earth, en TPD Ingeniería los tiempos en sentido EW fueron de 25.9 minutos y para el sentido WE fue de 30.4

Tabla 23. Tiempo de Recorrido Corredor Vial

SENTIDO	PERÍODO	TIEMPO DE RECORRIDO TRAMO GOOGLE MAPS		TIEMPO RECORRIDO TRAMO TPD	
		TRANSPORTE PUBLICO COLECTIVO			
EW	AM	23.0	22.4	21.94	25.9
EW	M	22.0		26.81	
EW	PM	22.3		28.88	
WE	AM	25.0	24.0	42.53	30.4
WE	M	23.0		24.42	
WE	PM	24.0		24.22	

Fuente: El Autor

Al comparar los resultados obtenidos se puede observar la siguiente variación de tiempos encontrados en TDP Ingeniería vs Google Maps.

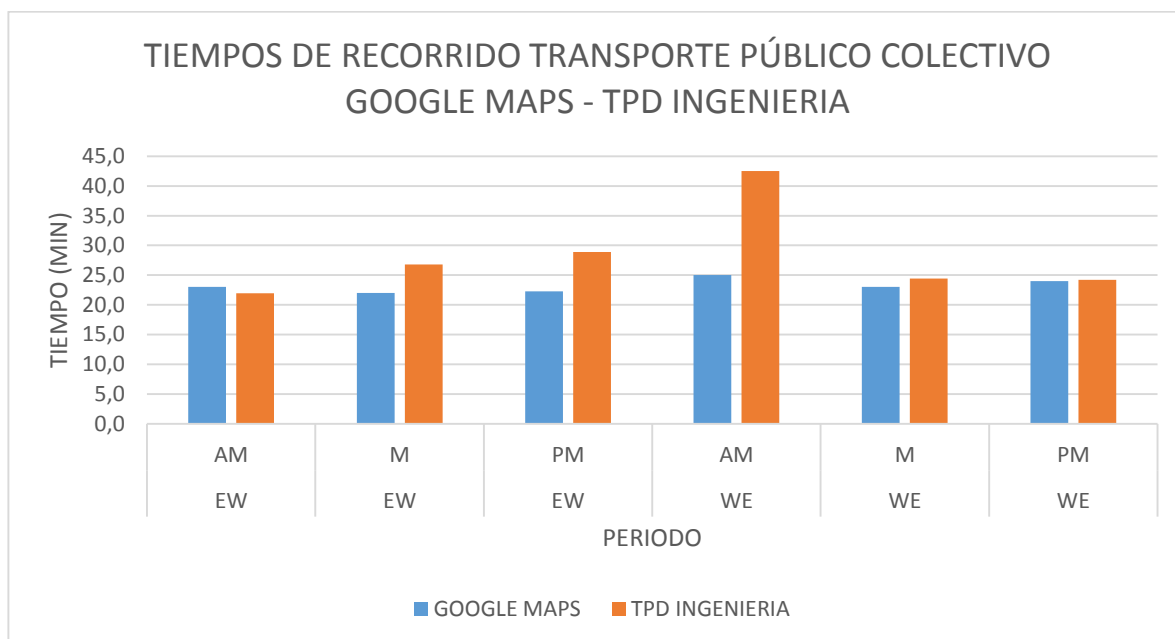
Tabla 24. Variación tiempos de recorrido TPD Ingeniería – Google Maps TPC

SENTIDO	PERÍODO	DIFERENCIA TPD VS GOOGLE MAPS
EW	AM	-1.1
EW	M	4.8
EW	PM	6.6
WE	AM	17.5
WE	M	1.4
WE	PM	0.2

Fuente: Elaboración propia

En el período de la mañana se presenta una variación en sentido WE de 17.5 minutos en TPD con respecto al resultado presentando por Google, ésta es una variación considerable con respecto de los otros períodos de análisis, es posible que dentro de los ocho recorridos ejecutados en la empresa se haya presentado algún caso fortuito presentando variación en los tiempos de recorrido.

Gráfico 34. Tiempos de Recorrido TPC Google Maps - TPD Ingeniería.



Fuente: Elaboración Propia

La diferencia promedio obtenida para el total de la toma de información es de 3.5 minutos en sentido EW y 6.4 minutos en sentido WE.

- Resultados de velocidades Google Maps - TPD Ingeniería TPC.

Tabla 25. Velocidades TPC Google Maps – TPD Ingeniería

SENTIDO	PERÍODO	TRAMO GOOGLE MAPS		TRAMO TPD	
		TRANSPORTE PUBLICO COLECTIVO			
EW	AM	21.8	22.3	19.77	16.8
EW	M	22.7		16.29	
EW	PM	22.5		14.3	
WE	AM	19.9	20.8	14.6	19.4
WE	M	21.7		22.6	
WE	PM	20.8		20.8	

Fuente: Elaboración Propia

- Resultados de velocidades Google Maps Transporte Público Colectivo

En la Tabla 25, en cuanto a la velocidad respecta la variación máxima que se presenta es en el período de la noche en sentido EW con una variación de 8.1 km/hora.

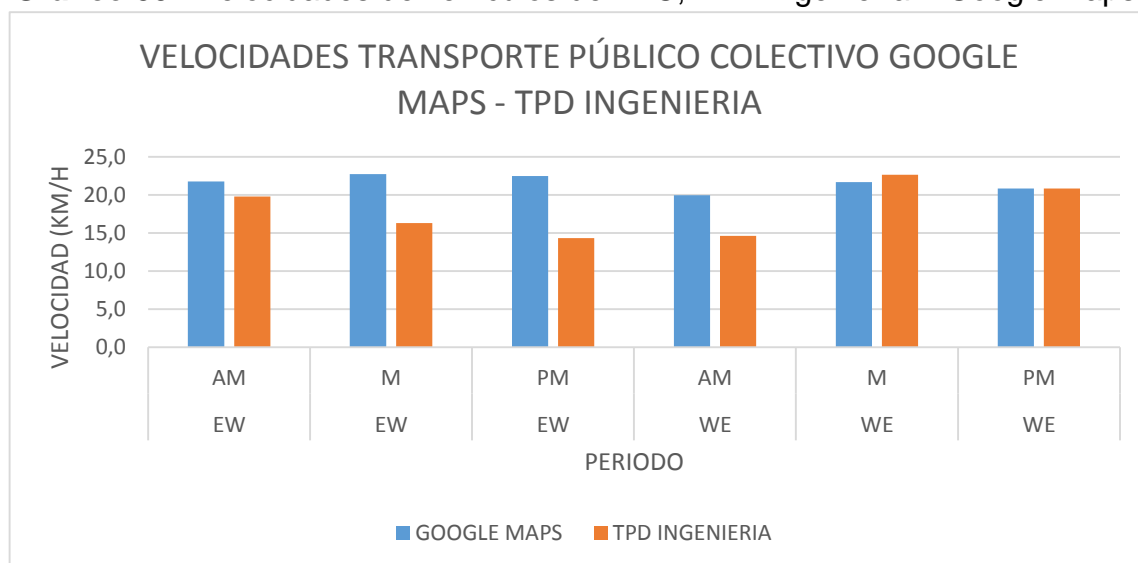
Tabla 26. Variación de Velocidades TPC

SENTIDO	PERÍODO	DIFERENCIA TPD VS GOOGLE MAPS
EW	AM	-2.0
EW	M	-6.4
EW	PM	-8.1
WE	AM	-5.4
WE	M	0.9
WE	PM	0.0

Fuente: El Autor

Para el promedio del total del corredor en estudio la variación de velocidades en sentido EW es de 5.5 km/h y 1.5 km/h en sentido WE, siendo éstas unas variaciones relativamente bajas.

Gráfico 35. Velocidades de vehículos de TPC, TPD Ingeniería – Google Maps.



Fuente: El Autor

El comportamiento de las velocidades al compararlas (Google Maps – TPD Ingeniería) se puede observar en el Gráfico 35, los períodos del medio día y la tarde en sentido Este-Oeste generando mayor variación, de igual forma sucede en el período de la mañana sentido Oeste-Este. Estas variaciones de velocidades se pueden presentar ya que son períodos en donde hay mayor variación del flujo vehicular, siendo necesario para tener un resultado que se aproxime a una estimación real un número mayor de recorridos, es aquí donde se hace evidente que el software puede llegar a ofrecer una información determinante a la hora de ejecutar este estudio.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con los resultados obtenidos al realizar los diferentes estudios necesarios para la ejecución del proyecto, se llega a comprender los comportamientos que se van presentando a lo largo del tiempo, ejecutando de manera efectiva soluciones que permitan que la sociedad que actúa dentro de la zona pueda sentirse acorde a la evolución que ésta presenta.
- Se cuenta con información donde se puede medir de manera continua la conducta en los puntos señalados por la entidad, estableciendo medidas a corto, mediano y largo plazo como implementación medidas de seguridad, mejorar la calidad del servicio, buscando alternativas para la reducción o eliminación de las demoras, dimensionamiento de la flota del sistema de transporte público colectivo, determinación de cuáles son los puntos relevantes por donde deben pasar los diferentes sistemas, incorporación de nuevas rutas, cambios a un solo sentido de circulación, eliminación de estacionamientos.
- Con el transcurrir del tiempo se ha contribuido con información tan importante que puede llegar a generar diferentes soluciones como la reducción de velocidades de circulación, implementación de puntos de control semafórico en intersecciones.
- Es importante que las ciudades en desarrollo tengan en cuenta la complejidad que lleva no tener un patrón de referencia en cuanto al comportamiento del tránsito y transporte se refiere, en donde se pueda llegar a generar dificultades futuras de movilidad, es así que a partir de los resultados obtenidos con un monitoreo se pueden establecer medidas que contribuyan al mejoramiento de estas.
- Al hacer la comparación del transporte público colectivo y transporte particular se observa que las velocidades manejan un comportamiento muy similar, con una variación promedio para el transporte particular en sentido EW de 0.42 Km/h y 1.12 Km/h en sentido WE y para el Transporte Público Colectivo se presenta una variación de velocidades en sentido EW es de 5.5 km/h y 1.5 km/h en sentido WE, siendo éstas unas variaciones relativamente bajas
- Hoy día es de gran valor ir de la mano de las diferentes herramientas que se presentan para la obtención de resultados de confianza, con el análisis de las velocidades y tiempos de recorrido se observó claramente que la utilización de software como Google Maps., puede llegar a ser una herramienta valedera a la hora de hacer la toma de información de los diferentes corredores de estudio.
- Así como Google Maps permite tomar un sin número de resultados de los tiempos que se presentan en los corredores, para que estos tengan un nivel de veracidad

mayor sería importante que los valores arrojados para los tiempos estuvieran al segundo y no al minuto como se hizo para este análisis.

- El análisis de las velocidades y tiempos de recorrido se hizo con el fin de observar cómo es la variación del resultado de la información, ya sea mediante la metodología utilizada por TPD., o mediante la utilización de software como Google Maps.
- El aplicativo móvil Google Maps puede ser una herramienta para el análisis de velocidades y tiempos de recorrido, pero se necesita obtener una mayor cantidad de datos, unos resultados con un mejor nivel de detalle; esto se lograría solicitando a Google una base en donde presente la información en crudo, permitiendo así hacer un procesamiento de la información más eficaz, obteniendo resultados de mayor veracidad.
- La toma de información que se presenta en TPD Ingeniería para el estudio de velocidades y tiempos de recorrido es baja, esto a que se realizan muy pocos recorridos para los diferentes modos de transporte, ya sea transporte público colectivo, individual o particular; en estaciones donde los volúmenes vehiculares en hora pico son muy altos, en cambio si se incorpora software como Google Maps donde se tiene mayor información de los tiempos de recorrido se puede llegar a establecer un resultado de mayor exactitud.

7. EXPERIENCIAS.

En el período de realización de la práctica con la Empresa TPD Ingeniería S.A., se ha logrado tener una idea clara y precisa de lo que sucede al realizar un trabajo en la vida real, a tener propiedad y autoridad en temas correspondientes al tránsito, de poder sortear los posibles inconvenientes que pueden llegar a presentarse y lograr ayudar a dar soluciones a estos, a tener en cuenta que muchas veces el trabajo en equipo es fundamental a la hora de trabajar muchas veces una sola persona no abarca con todo para poder cumplir los objetivos planteados.

La adaptación al trabajo siempre es difícil, dado que el grupo de trabajo se encuentra consolidado y estos rinden de una manera eficaz en cosas que para ellos son su día a día, con una idea clara de los trabajos que se encuentran haciendo, esto hace que la formación con la que se cuenta salga a flote y permita generar competencia y superación personal, demostrando que lo que se presenta en las diferentes dificultades en un trabajo se pueden solventar ya que se encuentra a nuestro alcance, y que el profesional formado en Ingeniería en Transporte y Vías es muy competente.

A la hora de procesar la información conocer cada una de las bases de datos existentes en la empresa es complicada, muchas veces se presentan problemas en donde no se conocía de forma clara como era el manejo de estas, pero que con el transcurrir del tiempo ya se va adaptando y teniendo de forma clara cada uno de los posibles problemas.

El tener un ente supervisor hace que el profesional haga las actividades propuestas de manera veraz, en algunos casos la información llega a la empresa a proceso de depuración y procesamiento y la interventoría pide que estos procesamientos sean entregados de manera rápida, es aquí donde se aprende a trabajar bajo presión, haciendo las cosas de manera correcta, revisando los procesamientos de forma minuciosa para no dejar pasar ninguna falla o inconsistencia.

El trabajo que se realiza en oficina es de gran validez para el proceso de aprendizaje, dado que la experiencia con la que cuenta cada uno de los ingenieros y auxiliares es muy amplio en lo relacionado.

El trabajo en la oficina es muy intenso, dado que la revisión de documentos debe ser muy minuciosa para no dejar pasar ninguna falla o inconsistencia.

8. BIBLIOGRAFÍA.

HIGHWAY CAPACITY MANUAL Special report nº 209 of Transportation Research Board, National Academy of Sciences o U.S.A. (MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS)

INGENIERÍA DE CARRETERAS DE Carlos Kraemer, José María Pardillo, Sandro Rocci, Manuel G. Romana, Víctor Sánchez Blanco, Miguel Angel del Val.

RADELAT EGÜES, GUIDO. (2003). Principios de Ingeniería de Tránsito.

Instituto de Ingenieros de Transporte-ITE. Washington, D.C.

Reyes Espíndola, Ing. Rafael Cal y Mayor y Cárdenas Grisales, James. 2007. Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. Octava Edición. México : Alfaomega, 2007 p. 154 3

Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, Cal & Mayor y Asociados para Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá D.C. , 2005

Alvarez, L.E. (1976). Ingeniería del tránsito. 2ª Edición. Escuela de Ingeniería, Universidad de Chile.

Transportation Research Board, 2000. Capítulo III Metodología

ANEXOS

Anexo A.	Carta Certificación Pasantía
Anexo B.	Documento Excel Comparación Resultados TPD Ingeniería- Google Maps
Anexo C.	Localización intersecciones semaforizadas
Anexo D.	Localización intersecciones no semaforizadas
Anexo E.	Tabla Volúmenes vehiculares de Tránsito en Estaciones Maestras
Anexo F.	Tabla Frecuencia y ocupación visual del TPC en Estaciones Maestras
Anexo G.	Tabla Ocupación visual TPI
Anexo H.	Tablas Velocidades para TPI – día típico.
Anexo I.	Tablas Velocidades para TPC – día típico
Anexo J.	Tablas Velocidades para TPA – día típico
Anexo K.	Tabla volúmenes Planeamiento.
Anexo L.	Tabla volúmenes Priorización.